

Ufficio Protocollo

ANNUARIO
DEL
POLITECNICO DI TORINO

PER L'ANNO ACCADEMICO

1966 - 1967

Centesimottavo dalla Fondazione

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE
TORINO 1968

Costo L. 7.500

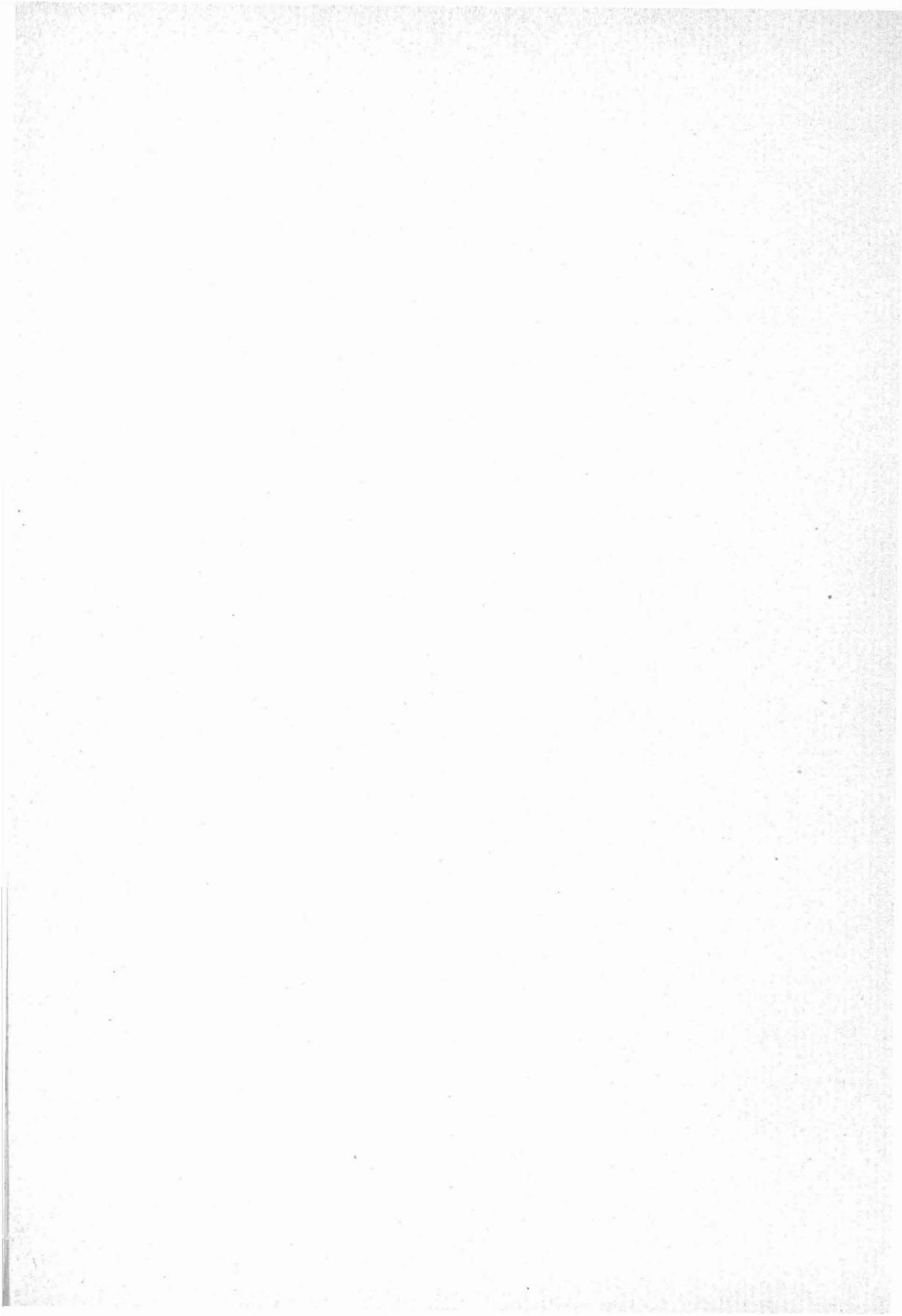
INVARIO

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

1985

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE



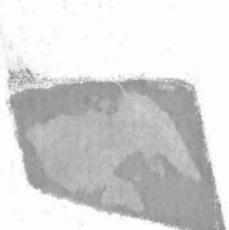
ANNUARIO
DEL
POLITECNICO DI TORINO

PER L'ANNO ACCADEMICO

1966 - 1967

Centesimottavo dalla Fondazione

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE
TORINO 1968



**INAUGURAZIONE DELL'ANNO
ACCADEMICO 1966-1967**

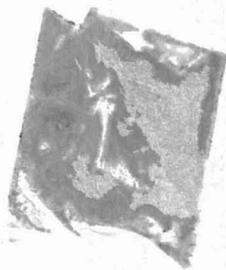
(108° DALLA FONDAZIONE)

RELAZIONE DEL RETTORE PROF. ANTONIO CAPETTI

**PROLUSIONE AI CORSI
DEL PROF. MARIO BOELLA**



Scuola,
al Prof. I
Chiauda
ingegn
ol.



Lunedì 7 novembre 1966 alle ore 10,30 nell'Aula Magna « Giovanni Agnelli » alla presenza di tutte le Autorità religiose, civili e militari, dell'intero Corpo Accademico, del Consiglio di Amministrazione e di numerosa folla di invitati e studenti ha avuto luogo l'inaugurazione dell'Anno Accademico 1966-67, centesimottavo dalla fondazione del Politecnico.

Durante la cerimonia il Rettore, Prof. Dott. Ing. Antonio Capetti, nel corso della sua relazione annuale, ha proceduto alla consegna:

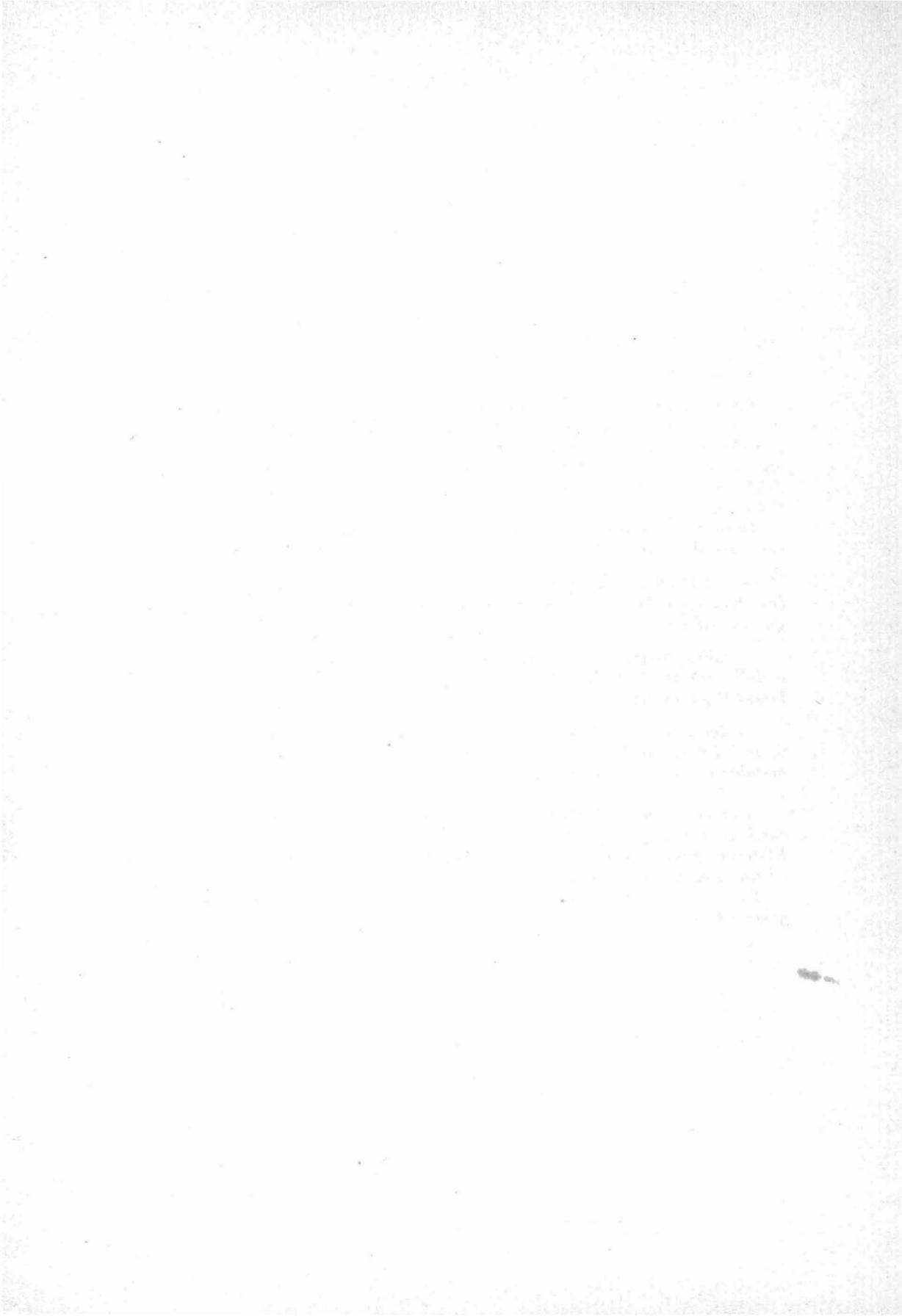
— del Diploma di laurea ad honorem in Architettura al Prof. Dott. Ing. Giuseppe Maria Pugno, Preside della Facoltà di Architettura di questo Ateneo;

— della Medaglia d'oro di Benemeriti della Scuola, della Cultura e dell'Arte al Prof. Ing. Cesare Codegone e al Prof. Dott. Ing. Rolando Rigamonti;

— del Premio « Prof. Dott. Ing. Salvatore Chiaudano », istituito dalla S.I.L.O. di Torino, al migliore laureato in ingegneria nell'anno accademico 1965-66, Dott. Ing. Amedeo Premoli.

Alla relazione del Rettore, ha poi fatto seguito la prolusione ai corsi tenuta dal Prof. Dott. Ing. Mario Boella, ordinario di Campi Elettromagnetici e Circuiti, nella Facoltà di Ingegneria, sul tema: « Uno sguardo alle telecomunicazioni nei secoli ».

Pubblichiamo nelle pagine seguenti i testi della relazione del Magnifico Rettore e del discorso del Prof. Boella.



RELAZIONE DEL RETTORE

PROF. DOTT. ING. ANTONIO CAPETTI

Eccellenze, Autorità, Signore, Signori, Colleghi e Studenti,

L'attività accademica si inizia quest'anno mentre all'esame del Parlamento sono stati, sono o stanno per essere presentati, discussi, approvati provvedimenti legislativi in materia scolastica ed in particolare universitaria, di eccezionale importanza.

Provvedimenti molto attesi per varie ragioni. Attesi dagli organi responsabili dell'amministrazione, quelli volti ad assicurare il finanziamento necessario allo sviluppo edilizio, alla moltiplicazione delle cattedre e dei posti di assistente, all'assistenza scolastica. Altrettanto attesi, non senza forti spunti di critica, sia dalle associazioni delle varie categorie di componenti del mondo universitario — professori, assistenti, studenti — sia da estranei ad esso, anzi potrei dire dallo stesso pubblico, più o meno esattamente informato dagli organi di stampa, i provvedimenti che toccano l'ordinamento didattico, le modalità di esercizio e di governo, le cosiddette strutture.

Importanza eccezionale, dicevo, tanto degli uni che degli altri, di tali provvedimenti; degli uni perchè non è probabile che l'ingente sforzo finanziario richiesto ora alla Nazione possa ripetersi dopo il quinquennio, e ancor più degli altri perchè dalla formulazione, interpretazione ed esecuzione più o meno saggia dei principî e delle norme che saranno stabiliti dalle leggi in questione deriveranno il progresso o la decadenza delle singole istituzioni universitarie, della nostra fra queste.

Ben gravoso è dunque il compito che ci attende, colleghi, quando fra poco saremo chiamati all'applicazione delle nuove

leggi universitarie, e non intendo qui nemmeno sfiorare i problemi che esse pongono.

Solo una parola sulle questioni edilizie. Facile constatare le deficienze attuali e relativamente facile pensare ai mezzi contingenti per sanarle. Assai meno facile prevedere chiaramente le necessità future e formare piani organici di espansione, operare le scelte fra le diverse soluzioni possibili del problema e concretarle in quelle precise e circostanziate richieste che occorrono per usufruire delle provvidenze governative.

Ho voluto premettere alla relazione sul passato questo sommario accenno ai problemi del prossimo futuro, per approfittare dell'occasione che raccoglie in quest'aula i più autorevoli esponenti della vita cittadina, e così interessare tutti, e non solo i membri del Consiglio di amministrazione ed i professori, a studiarne la soluzione.

Ed ora passo al tradizionale compito di riferire sugli avvenimenti dell'anno accademico 1965-66, anno trascorso nella consueta regolarità di svolgimento dei corsi ed in complesso serenamente. Anche le inevitabili ripercussioni locali delle agitazioni promosse su scala nazionale per il ritardo nella presentazione delle leggi universitarie e per i luttuosi fatti dell'aprile nell'Università di Roma, sono state contenute entro limiti di compostezza, così da non causare nè grave danno agli studi le prime, nè incidenti le seconde.

Spero che altrettanto si possa dire l'anno prossimo, nonostante lo stato di agitazione già proclamato da alcune categorie. Spero che la manifestazione anche più energica del desiderio di talune riforme non faccia dimenticare il dovere morale, prima che giuridico, per i docenti di ogni grado di insegnare, per gli studenti di approfittare degli insegnamenti. E qui mi rivolgo particolarmente alle 1100 e più giovani reclute che entrano nel nostro Politecnico per esortarle ad imporsi da sè quella disciplina di assiduità che nelle scuole secondarie subivano dai superiori.

* * *

Qualche notizia relativa al personale. Ed anzitutto un ricordo accorato e commosso dei nostri morti.

Appena collocato a riposo, il 2 dicembre, decedeva il Prof. Ing. Riccardo Gatti che per 40 anni aveva prodigato senza ri-

sparmio nel Politecnico la sua opera intelligente, come assistente prima e come professore incaricato poi. Negli stessi giorni l'ingegnere Stanislao Valsesia, che del prof. Gatti era stato assistente alla cattedra di Impianti elettrici, rimaneva vittima di un incidente automobilistico. Per lo stesso motivo perdevano la giovane vita l'ing. Luigi Enrico Zeglio, assistente di Elettronica applicata e zelante consigliere dell'Unione Culturale Politecnica e lo studente Paolo Gabriele. In seguito a sciagura alpinistica periva il laureando Giovanni Ribaldone, medaglia d'oro al valor civile; per malattia, il laureando Mario Smeriglio e il subalterno Paolo Macripò. Tragicamente proprio negli ultimi giorni d'ottobre l'ing. Franco Saija Merlino, assistente volontario di Macchine.

Apparteneva in qualche modo alla nostra famiglia perchè da noi laureato honoris causa in architettura, il Cavaliere del lavoro Battista Pininfarina, spentosi il 3 aprile. Le qualità artistiche e tecniche che gli hanno valso la laurea sono state enumerate due anni fa in quest'aula nell'occasione della consegna del diploma e sono così note insieme con le innumerevoli iniziative benefiche da Lui assunte o appoggiate, che potrei limitarmi a dire « tanto nomini... ». Ricorderò solo fra le più recenti manifestazioni della simpatia dello scomparso per il Politecnico, l'efficace collaborazione al « Convegno nazionale su problemi delle scienze e delle arti a livello universitario » organizzato dal nostro Istituto di Scienze ed arti grafiche nel Castello del Valentino, i munifici aiuti finanziari in favore di Istituti della Facoltà di Architettura e, recentissimo, il dono di una costosa macchina sagomatrice per modelli tridimensionali offerta all'Istituto di Architettura tecnica della Facoltà di Ingegneria.

* * *

Variazioni nel Senato e nel Corpo accademico.

È stato confermato alla presidenza della Facoltà di Architettura per il triennio 1966-1969 il Prof. Giuseppe Maria Pugno. Allo stesso, il Consiglio della Facoltà ha voluto inoltre dare una particolare attestazione della stima di cui i suoi colleghi lo circondano, deliberandogli all'unanimità la laurea *ad honorem* in architettura. Prego il Prof. Paolo Verzone, ordinario di Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti, di leggere la relazione con cui viene motivata la deliberazione.

« PROPOSTA DI CONFERIMENTO DI LAUREA AD HONOREM »

Il Preside facente funzione, ritenendo superfluo dire delle ben note e molte benemerienze acquisite dal Prof. Pugno, si limita a così sintetizzare la parte essenziale del Curriculum vitae:

- laureato in Ingegneria industriale nel 1922 presso il Politecnico di Torino;
- laureato in Meccanica Superiore nel 1924 presso il Politecnico di Torino;
- Assistente dal 1922-23;
- Incaricato di insegnamento dal 1925-26;
- Professore di Scienza delle Costruzioni nella Facoltà di Architettura dal 1° dicembre 1933;
- Preside della Facoltà medesima dal 1934;
- insignito di Diploma di prima classe ai benemeriti della Scuola della cultura e dell'arte con facoltà di fregiarsi della relativa medaglia d'oro;
- autore di innumeri pubblicazioni (circa 300) su argomenti scientifici, costruttivi, storici e vari;
- Presidente di molte Commissioni Ministeriali e di Società culturali. I Professori presenti all'adunanza
- dichiaratisi perfettamente a conoscenza di ogni dato riferentesi alla carriera accademica ed alle benemerienze didattiche e scientifiche accumulate dal prof. Giuseppe Maria Pugno e notissime specie nel campo dell'Istruzione Universitaria:
- esprimono il loro più vivo plauso per la singolare opera di Maestro che Egli ha svolto in circa sette lustri;
- riconoscono che nei trenta e più anni della Sua ininterrotta attività di Preside della Facoltà il prof. ing. dr. Giuseppe Maria Pugno ha seguito con eccezionale competenza e con vero amore lo sviluppo di tutti gli insegnamenti impartiti nella Facoltà, provvedendo, in ogni caso, al loro potenziamento e contribuendo validamente alla formazione della figura dell'Architetto moderno così da meritarsi fama di singolare perizia nelle Discipline della Facoltà medesima;
- constatano, con particolare soddisfazione, che tale fama, non certo limitata nell'ambito torinese, è, fra l'altro, riconosciuta dagli stessi Colleghi delle altre Facoltà di Architettura italiane che, a maggioranza, hanno eletto di recente il Prof. Pugno loro rappresentante nella prima Sezione del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione; nonchè dallo stesso Ministero della Pubblica Istruzione che lo nominò Presidente del Comitato Tecnico incaricato di reggere la Facoltà di Architettura della Università di Genova, in via di sostituzione, e Membro della Commissione di Studio per la riforma delle Facoltà di Architettura.

Pertanto il Consiglio della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino:

- visto l'articolo 169 del vigente Testo Unico delle Leggi sull'Istruzione Superiore;

- con l'unanimità dei presenti, delibera di conferire la Laurea ad Honorem in Architettura al Preside prof. ing. dr. Giuseppe Maria Pugno, nato a Firenze il 17 maggio 1900;
- e di formulare calorosi voti perchè S. E. il Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione voglia compiacersi di dare il Suo prescritto assenso al riguardo.

Sono lieto di procedere ora, nella solenne atmosfera della cerimonia odierna, all'atto formale con cui:

« In nome della legge, visto l'articolo 169 del Testo Unico « delle leggi sull'istruzione superiore, vista la deliberazione in « data 28 settembre 1966 della Facoltà di Architettura, vista la « lettera in data 20 ottobre 1966 di approvazione della delibe- « razione stessa da parte del Ministro della Pubblica Istruzione, « noi Prof. Dott. Ing. Antonio Capetti, Rettore del Politecnico « di Torino, conferiamo a Giuseppe Maria Pugno, nato a Firenze « il 17 maggio 1900 la laurea di dottore honoris causa in Archi- « tettura per l'amore con cui nei trenta e più anni di presidenza « della Facoltà, ha seguito lo sviluppo degli insegnamenti ivi im- « partiti, provvedendo al loro potenziamento e contribuendo va- « lidamente alla formazione della figura dell'architetto moderno, « così da meritarsi fama di singolare perizia nelle discipline della « Facoltà medesima ».

Al principio dell'anno accademico 1965-66 è stato trasferito dal nostro Politecnico a quello di Milano il Prof. Bruno Gentilini, Ordinario di Idraulica. Egli lascia qui un grato ricordo dei sedici anni trascorsi tra noi ed in particolare dei sei durante i quali presiedette la Facoltà di Ingegneria. Lo sostituisce nella cattedra il professore straordinario Giannantonio Pezzoli, ternato in un concorso della materia.

Oltre al Prof. Pezzoli sono entrati a far parte del Corpo accademico come professori straordinari, nella Facoltà di Architettura per la materia « Arte dei giardini » Giorgio Rigotti, vincitore di un concorso di Urbanistica; nella Facoltà di Ingegneria, Mario Soldi per « Teoria delle reti elettriche »; Giuseppe Inghilleri per « Topografia »; Aldo Pratelli per la seconda cattedra di « Meccanica razionale »; Francesca Demichelis per « Misure nucleari », tutti ternati nei corrispondenti concorsi e Luigi Pignone trasferito dalla cattedra di Elettrotecnica dell'Università di Cagliari alla nostra cattedra di « Controlli automatici ». I professori Carlo Amedeo Arneodo ed Aurelio Burdese sono stati

promossi ordinari rispettivamente di Impianti nucleari e di Siderurgia.

Il Prof. Carlo Ferrari è stato collocato in congedo per recarsi ad insegnare un anno nella School of Engineering and Science di New York in qualità di professore visitatore.

Il Presidente della Repubblica, su proposta del Ministro della Pubblica Istruzione, ha conferito il diploma di prima classe di Benemerito della Scuola, della Cultura e dell'Arte con facoltà di fregiarsi di medaglia d'oro al Prof. Ing. Cesare Codegone, ordinario di Fisica tecnica ed al Prof. Ing. Rolando Rigamonti, ordinario di Chimica industriale. Del Prof. Codegone sono messi in rilievo nella motivazione della proposta la dedizione alla scuola ed alla ricerca ed i meriti scientifici acquisiti nella ormai lunga carriera, meriti che gli sono valsi alta reputazione tra i cultori della sua materia, nonchè l'aiuto prestato dal 1955 alla amministrazione del Politecnico come Consigliere e vicerettore. Del Prof. Rigamonti la motivazione sottolinea l'impulso dato allo sviluppo dell'Istituto di Chimica industriale a cui afferiscono ben nove cattedre, Istituto diventato centro di ricerche importanti per la scienza e per l'industria, ed inoltre l'opera svolta dal 1961 come preside della Facoltà di Ingegneria.

* * *

Nel *Consiglio di amministrazione* sono entrati per il biennio 1965-1967 il Prof. Ing. Giovanni Jarre, in rappresentanza dell'Amministrazione comunale e l'Ing. Enrico Carrara per la Cassa di Risparmio. Al Dott. Umberto Fontanazza che rappresentava di diritto il Governo come Intendente di Finanza, ed ora collocato a riposo, è subentrato nel Consiglio il nuovo Intendente Dott. Lelio Rolle.

Professori incaricati. Nell'elenco dei professori incaricati troviamo nuovi nomi sia in sostituzione di quelli dei docenti che per varie ragioni hanno dovuto lasciare l'incarico, sia soprattutto per l'entrata in funzione di una terza sezione del primo anno di ingegneria, lo sdoppiamento di parecchi corsi del triennio essi pure sovraffollati e la istituzione di qualche nuova materia di indirizzo offerta in alternativa agli iscritti ai corsi di laurea in ingegneria mineraria e in ingegneria nucleare.

Nuovi incarichi sono stati così affidati nella Facoltà di ingegneria agli ingegneri Antonelli, Bongiovanni, Bussi, Ciuffi, Colombo, Cuniberti, Goffi, Mancini, Merlini, Morelli, Perotti e Quilico ed ai dottori Abbattista, Magnano, Oldano e Pasquarelli; nella Scuola di Ingegneria Aerospaziale agli ingegneri Pandolfi e Quori; nella Facoltà di Architettura all'architetto Vigliano e al dottore Detragiache.

Hanno ottenuto l'abilitazione alla *libera docenza* e chiedono l'esercizio presso la nostra Facoltà di ingegneria, Vittorio Banfi e Luciano Stanchi in Elettronica applicata, Carlo Emanuele Callari in Scienza delle costruzioni, Giulio Ciampolini in Sperimentazione del volo, Pier Paolo Civalleri in Teoria delle reti elettriche, Emilio Giuffrida Trampetta in Elettrotecnica, Dante Marocchi in Trasporti funiviari, Angelo Raffaele Meo in Calcolatrici e logica dei circuiti, Francantonio Testore in Tecnologie tessili; presso la Facoltà di architettura, Mario Passanti in Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti.

Alla Dott. Maria Lucco Borlera è stata confermata l'abilitazione alla libera docenza in Chimica applicata.

Assistenti.

Sono stati nominati assistenti ordinari in seguito a concorso gli ingegneri Abete, Armando, Bertolotti, Castellani, Ferraris, Iachello, Ippolito, Levi, Napoli, Ricci, Schiara ed i dottori Onorato e Pradelli, nella Facoltà di Ingegneria; l'ing. Grespan e l'arch. Zuccotti nella Facoltà di Architettura. Altri sedici sono in attesa di nomina. Agli ingegneri Coffano e Quaglia e al dottore Oldano è stata attribuita la qualifica di aiuto. Ai 155 assistenti che occupano posti di ruolo ordinari ed ai 54 assistenti straordinari che attendono per entrare in ruolo i concorsi speciali a loro riservati, si affiancarono nel 1965-66, 283 assistenti volontari di cui 202 nella Facoltà di Ingegneria ed 81 nella Facoltà di Architettura, raggiungendo così un totale di circa 500 assistenti.

Per integrare le retribuzioni, non sempre adeguate all'impegno di lavoro, di assistenti specialmente volontari, abbiamo avuto anche quest'anno il contributo di 20 milioni dell'Amministrazione comunale di Torino e quello di 5 milioni dell'Amministrazione provinciale di Torino.

A titolo di riconoscimento della maggiore attività svolta da alcuni aiuti ed assistenti, il Politecnico ha distribuito ad essi premi di operosità scientifica, contributi per viaggi di istruzione all'estero e compensi di operosità didattica per complessive 7.739.000 lire.

Finalmente alcuni assistenti ed altri giovani desiderosi di dedicarsi almeno temporaneamente alla ricerca scientifica, hanno avuto a disposizione cinque borse ministeriali da un milione ciascuna, una borsa Shell da lire 750.000 ed altre borse erogate direttamente dal Consiglio Nazionale delle Ricerche nel quadro dei contributi concessi a vari Istituti per particolari lavori.

Studenti.

Sono stati iscritti complessivamente 5041 studenti, dei quali 3625 regolari (3021 alla Facoltà di Ingegneria, compresi i Corsi di perfezionamento e la Scuola di ingegneria aerospaziale, e 599 alla Facoltà di Architettura, compresa la Scuola di scienze ed arti grafiche) e 1421 fuori corso (1156 di ingegneria e 265 di architettura).

La popolazione scolastica ha così subito un nuovo forte aumento del 13 % in media, con massimi in alcuni anni di corso e minimi in altri, gli uni e gli altri facilmente spiegabili. Così l'aumento del 51 % nel primo anno di ingegneria è dovuto all'ammissione, per la prima volta indiscriminatamente consentita ai periti e geometri in base alla legge 21 luglio 1961 n. 685; l'aumento del 19 % nel terzo anno di ingegneria trova la sua giustificazione nella nuova norma contenuta nel D. P. R. 15 aprile 1965 n. 572 che ha concesso l'iscrizione al terzo anno anche agli studenti in debito di un esame del secondo, ed alla stessa novità è attribuibile il fatto che non sia praticamente aumentato il numero dei fuori corso di ingegneria, che per una frazione rilevante era rappresentato da studenti che non avevano completato gli esami del biennio.

È troppo presto per esprimere un giudizio sulla opportunità delle concessioni sancite dai due provvedimenti ora ricordati. Fin d'ora però appaiono confermate le previsioni di chi suggeriva che fosse per lo meno limitato a solo alcune categorie di diplomati dagli istituti tecnici l'accesso alle Facoltà di ingegneria, mentre lo strappo alla rigidità dello sbarramento al termine del

primo biennio, strappo condizionato in modo da renderne illusorio il vantaggio per gli stessi beneficiari, fa temere un aumento dei fuori corso dagli anni successivi. Non solo, ma ha considerevolmente aggravato il danno della sessione invernale d'esami, la cui abolizione è stata sempre inutilmente invocata.

Poco da osservare circa la tendenza degli studenti di ingegneria a scegliere l'uno o l'altro corso di laurea. Si è ancora accentuata la preferenza verso la sezione meccanica che ormai accoglie quasi un terzo degli iscritti ed in seno ad essa, la preferenza per la sottosezione a indirizzo di officina.

Abbiamo conferito nelle sessioni autunnale ed invernale del 1965 ed estiva del 1966, 322 lauree in ingegneria e 60 in architettura, con un aumento medio del 36 % rispetto al gruppo analogo di sessioni precedenti. Questo forte aumento si verifica in un momento in cui la richiesta di giovani ingegneri appare in ripresa e sarà quindi bene accetto negli ambienti industriali.

Dei 382 studenti complessivamente laureati, 78 hanno ottenuto i pieni voti legali, 13 i pieni voti assoluti e 4 oltre ai pieni voti la lode. Sono questi ultimi: Giancarlo Baldi, ingegnere chimico; Silvano Marchetti, ingegnere civile; Giulio Noci, ingegnere elettrotecnico ed Amedeo Premoli, ingegnere elettronico. All'ing. Premoli, che ha riportato la votazione media più alta (29,6/30) in tutti gli esami del quinquennio frequentato interamente nel nostro Politecnico e nel tempo regolamentare, spetta il premio « Prof. Ing. Salvatore Chiaudano », istituito dalla S.I.L.O. per ricordare il suo fondatore e nostro compianto docente. Il premio consiste in una medaglia d'oro e nella somma di 300.000 lire. All'Ing. Carlo Vipiana che segue immediatamente l'Ing. Premoli nella graduatoria dei laureati in ingegneria elettronica, viene invece conferito il premio « Giuseppe Bisazza » di 150.000 lire istituito dall'Azienda Elettrica Municipale di Torino per il miglior laureato nelle sezioni elettrotecnica od elettronica.

Qualche informazione sulle provvidenze economiche in favore degli studenti.

L'esenzione dalle tasse è stata concessa dal Consiglio di amministrazione a 370 studenti (il 96 % dei richiedenti) per 20.578.500 lire. 15.005.000 lire sono state erogate dall'Opera universitaria a 85 studenti sotto forma di posti gratuiti nel Collegio universitario, borse, sussidi, ed altre 16.847.000 per buoni pasto e buoni libro. Degli assegni di studio (i cosiddetti presa-

lari) hanno fruito 332 studenti per complessive 102.560.000 lire. A questo totale di circa 155 milioni si devono aggiungere 13.100.000 lire di borse istituite o da privati (borsa Filiberto Gatta, borsa Marcello Pochettino) o da enti vari, come il Ministero dei Trasporti e dell'Aviazione Civile, le Società Fiat e Montecatini, il Collegio dei costruttori edili.

Prescindendo da queste ultime borse, la concessione della maggior parte delle quali non è subordinata a particolari situazioni di bisogno, risulta per l'insieme delle altre provvidenze una media di circa 48.000 lire per studente iscritto regolarmente. Nell'anno precedente la media era di 39.000 lire.

Cito questa media non già per il suo valore assoluto, che è molto scarsamente significativo, sia perchè ottenuto con riferimento alla totalità degli studenti, mentre solo il 14 % circa ne ha usufruito, sia perchè l'importo singolo va da quasi mezzo milione di chi ha ricevuto insieme il posto in Collegio, l'esenzione dalle tasse e buoni libro, a poche decine di migliaia di lire di chi ha avuto solo un sussidio, ma come indice almeno grossolano del progresso, realizzato nel quadro delle disposizioni vigenti fino a ieri, sulla via di quella assistenza che dovrebbe consentire il compimento degli studi universitari anche ai giovani meno dotati economicamente. Speriamo che più e meglio permettano di fare le disposizioni che scaturiranno dalla legge sul finanziamento scolastico approvata dieci giorni or sono dal Parlamento.

A vantaggio degli studi e quindi indirettamente degli studenti, consideriamo anche i sussidi avuti da terzi per l'effettuazione di alcuni corsi di perfezionamento. La somma di complessive 3.300.000 lire hanno dato per il corso di specializzazione nella Motorizzazione il Ministero della Difesa-Esercito, FIAT, Pirelli, CEAT; 1.600.000 lire per la Sezione Elettromeccanica del corso di perfezionamento in Elettrotecnica l'Azienda Elettrica Municipale, l'ENEL e la Fondazione Politecnica.

Quest'ultima ha inoltre finanziato l'acquisto di apparecchiature scientifiche di vari Istituti con 7.300.000 lire. Un gruppo raddrizzatore da 10.000 A del costo di 9.380.000 lire ha offerto al laboratorio di Impianti nucleari il Gruppo Piemontese dei Cavalieri del lavoro (e ne ringrazio particolarmente l'illustre Presidente del Gruppo ed amico Prof. Carlo Verde); una vettura « Campagnola » ha donato la FIAT all'Istituto di Storia dell'ar-

chitettura per gli studi su scavi in Turchia; un motore Diesel la FORD all'Istituto di Macchine.

Tralascio per brevità di enumerare gli altri contributi versatici anche quest'anno da enti vari, e che saranno ricordati nell'annuario.

Concludo questa parte amministrativa con un cenno al bilancio, che è nostra consuetudine e, credo, nostro dovere, presentare in pareggio. In realtà il pareggio è ottenuto rinunciando a dotare quanto vorremmo i laboratori di ricerca. Siamo grati al Governo per l'assegnazione di nuove cattedre di ruolo, ed anzi insisteremo sempre perchè ce ne siano assegnate con maggior larghezza, ma se si vuole che le nuove forze intellettuali abbiano piena utilizzazione, e che lo slancio e l'entusiasmo con cui i giovani colleghi entrano nella nostra compagine, non si smorzino troppo presto, occorre mettere a loro disposizione mezzi d'opera adeguati. E questo non è possibile se il contributo ordinario dello Stato non viene aumentato.

Lo stesso dicesi per i riflessi delle opere edilizie. Quando con fondi elargiti dallo Stato integrati dalle nostre economie riusciamo ad ampliare qualche Istituto, a procurare nuove aule, ci troviamo poi di fronte ad accresciute spese di gestione, non foss'altro per la pulizia degli ambienti. Ora circa la metà dei subalterni, il cui onere spetterebbe allo Stato, grava già adesso sul nostro bilancio, insieme con una aliquota non molto diversa di impiegati amministrativi.

Nè posso tacere del forte ritardo con cui gli Organi competenti centrali e periferici provvedono al pagamento delle retribuzioni del personale assunto nei ruoli statali, obbligandoci ad anticipare le somme occorrenti, non essendo umanamente pensabile che quel personale possa far credito esso allo Stato.

Potrà la tante volte annunciata riforma della burocrazia eliminare questi inconvenienti? Vorranno il Governo ed il Parlamento provvedere in forma continuativa e non solo con piani discontinui annuali o pluriennali, ad un finanziamento che tenga conto dell'incremento della popolazione scolastica, specialmente di quelle Facoltà come le nostre in cui pressochè nullo è il divario fra iscritti e frequentanti? Vorrà il Ministero della Pubblica Istruzione, all'atto della ripartizione dei fondi fra le varie sedi tenere adeguato conto delle reali necessità del nostro Politecnico, non uso ad esagerarle artificiosamente? Non posso che esprimere

l'augurio che questi interrogativi ricevano e presto risposta affermativa, sicchè, oltre a compiere con minori preoccupazioni economiche il normale obbligatorio lavoro didattico e di preparazione dei quadri scientifici, possa il Politecnico inserirsi più profondamente nel campo della ricerca ed assumere nuove più importanti iniziative culturali.

Se di queste attività non ho finora riferito, non è perchè siano mancate. Mi basterebbe citare la seconda rassegna che sul tema « La lettura del linguaggio visivo » ha organizzato l'Istituto di Elementi di architettura e rilievo dei monumenti, i Seminari di studio sulle macchine utensili con ampia partecipazione di tecnici stranieri organizzati dall'Istituto di Tecnologia, le conferenze che periodicamente hanno tenuto anche quest'anno nel Seminario di Aerodinamica illustri scienziati, le giornate di studio ed i corsi di aggiornamento dell'Istituto di Organizzazione industriale, e molte altre. D'altra parte la fiducia riposta nei nostri ricercatori è dimostrata dai numerosi contratti di ricerca stipulati con noi dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e da Enti privati.

Mi sia tuttavia lecito, al termine di questa relazione, esprimere il desiderio che le future relazioni rettorali possano dar assai maggior rilievo a queste forme di attività e di iniziative che accrescono il lustro della nostra centenaria istituzione.

Ringrazio le Autorità che ci hanno onorato con la loro presenza e tutti gli intervenuti, per l'ascolto e dichiaro aperto l'anno accademico 1966-67, centesimo ottavo dalla fondazione della Scuola da cui il Politecnico ebbe origine.

Ora il Prof. Ing. Mario Boella, Ordinario di Campi elettromagnetici e circuiti, ci guiderà a gettare « *uno sguardo alle telecomunicazioni nei secoli* ».

PROLUSIONE AI CORSI

DEL PROF. MARIO BOELLA

UNO SGUARDO ALLE TELECOMUNICAZIONI NEI SECOLI

Si narra nell'*Agamennone* di Eschilo che la notizia della caduta di Troia giunse ad Argo nella stessa notte dell'incendio, quasi rimbalzando di vetta in vetta, portata dall'accendersi di grandi fuochi di segnalazione in un ampio arco attorno all'Egeo, dal monte Ida alle spalle di Troia, all'Enneo di Lemno, al monte Atos e via così per altre cinque tratte, fino all'Aracneo presso Argo. Comunque si pensi di collocare questo episodio, nella storia o nella leggenda, esso mantiene il suo valore di esempio antichissimo di trasmissione rapida di un messaggio a grande distanza. Nella sua topografia esso ricorda i moderni ponti radio, con le sue molte tratte delle quali la più lunga era di circa 180 chilometri. Ma il confronto si ferma a questo punto e non è certo il caso di « ritrarre a quei tempi remoti l'invenzione dei segnali telegrafici » come si legge nel curioso commento di una vecchia edizione dell'*Agamennone*. Il moderno termine « telegrafia » mal si adatta a quell'esempio di trasmissione di messaggio dal monte Ida ad Argo.

Parlando con linguaggio tecnico odierno, la quantità di informazione trasmessa con quella catena di fuochi era estremamente bassa: esattamente quello che si considera oggi come il minimo concepibile contenuto di informazione in un messaggio, quell'unità elementare di informazione cui è stato dato il curioso nome di « bit », per contrazione dei due vocaboli inglesi *binary digit*, cioè unità binaria. Se si pensa alla complessa organizza-

zione di posti di vedetta ed alla necessità che essa fosse in continua efficienza una notte dopo l'altra, per tutti i lunghi dieci anni della guerra di Troia, quel modesto *bit* di informazione sembra oggi un magro risultato. È pur vero che quella notizia doveva avere allora un'importanza immensa, ma purtroppo nell'arida formulazione della moderna teoria dell'informazione non vi è posto per il valore soggettivo di una notizia: l'informazione si schematizza in numero di *bit* come l'alimentazione si schematizza in numero di calorie. Si può pensare che fin dai tempi più remoti l'umanità si sia avvalsa di segnalazioni ottiche o acustiche per la trasmissione rapida di informazione a distanza. Tuttavia per millenni i mezzi usati sono rimasti per lo più fermi ad uno stadio primitivo di sviluppo; fuochi, fumate, gesti delle braccia, suono di corno o di tromba. Il tamburo sembra rappresentare il mezzo più progredito per la trasmissione di notizie a distanza; l'arte di usarlo è così perfezionata presso alcune tribù più evolute dell'Africa e della Papuasìa, da consentire loro di trasmettere dai due ai trecento segnali diversi, variando la cadenza, il numero e l'intensità dei colpi. Merita di essere ricordato per l'ingegnosità una specie di telegrafo ottico che sembra fosse in uso presso i Cartaginesi ed è citato da Enea Tattico, scrittore di arte militare contemporaneo di Senofonte; esso è un lontano progenitore dei moderni sistemi quasi sincroni detti « start-stop », come le telescriventi, e, benchè le prestazioni siano ovviamente ben diverse, quell'antico sistema, coi suoi due vasi pieni d'acqua che si svuotavano simultaneamente nelle due stazioni corrispondenti in base a semplici segnali ottici, fu un'invenzione veramente geniale per quei tempi.

Data la insufficienza dei sistemi di telecomunicazione usati, la trasmissione a distanza di importanti notizie era generalmente affidata a rapidi corrieri. Ne è un esempio storico il corridore di Maratona. Vaste ed efficienti reti di comunicazioni statali mediante corrieri esistevano ad esempio nell'impero romano e negli antichi imperi dell'America centrale; nel XII secolo Gengis Khan aveva organizzato una rapida trasmissione delle notizie dai limiti europei del suo vasto impero alla capitale in Mongolia, valendosi di corrieri ed anche di piccioni viaggiatori.

Desto sorpresa come abbia tardato nella storia la concezione di codici per la trasmissione a distanza di notizie mediante segnali. Solo nel XVI secolo si incominciò ad usare codici per le

segnalazioni fra navi mediante bandiere o luci. Verso il 1680 un primitivo codice venne istituito nella marina inglese dal duca di York, che era in comando della flotta contro gli olandesi. Tuttavia solo nel 1803 fu adottato in quella marina un codice di uso generale, formato da dieci bandiere numeriche, cui furono aggiunti due ripetitori. Questo fu il codice col quale l'ammiraglio Nelson trasmise alla sua flotta la storica frase che segnò l'inizio della battaglia di Trafalgar. Quasi contemporaneamente gli americani avevano istituito un loro codice di segnali. Un lento processo evolutivo di perfezionamento ed unificazione dei codici ha portato all'attuale codice di segnali con 40 bandiere, che è stato istituito nel 1934 ed è in uso presso tutte le marine. Tuttavia l'istituzione e lo sviluppo di codici di bandiere ha avuto un'importanza limitata, essendo rimasto circoscritto alle applicazioni marittime.

Un avvenimento molto rilevante nella storia delle telecomunicazioni è stata l'invenzione del telegrafo a braccia, fatta da Claude Chappe sulla fine del XVIII secolo. Esso era costituito da due sistemi di braccia articolate portate da una traversa orientabile, su una torre: con le diverse combinazioni delle posizioni delle braccia si potevano trasmettere le varie lettere dell'alfabeto, le cifre ed altri segni. Esso fu adottato dalla repubblica francese nel 1793 e la prima linea Parigi-Lilla, con 15 tratte di circa 14 km l'una, entrò in servizio nel 1794. Vennero poi installate altre linee, tra le quali una Parigi-Lione, che nel 1804 fu prolungata fino a Torino e successivamente a Milano e Venezia. È il primo esempio di sistema rapido di telecomunicazioni a grandi distanze. Una derivazione tuttora vivente dell'invenzione di Chappe è il telegrafo a braccia con due bandiere usato in marina.

La scoperta dei fenomeni elettrici e magnetici ha creato nuovi fermenti di idee ed è stata determinante nello sviluppo delle telecomunicazioni. Nel 1754 si ebbe un primo banale tentativo di telegrafo elettrico, ad opera del Lesage di Ginevra, con un sistema di 24 fili di collegamento, uno per ogni lettera. Dopo l'invenzione della pila e la scoperta della corrente elettrica e dei suoi effetti i tentativi assunsero un aspetto più pratico e si moltiplicarono, con l'intervento di nomi illustri come Gauss, Weber, Ampère. Tuttavia una svolta decisiva si ebbe solo intorno al 1835 con l'invenzione del codice Morse, il quale ha introdotto per la prima volta il concetto di sviluppo nel tempo della codificazione di un

simbolo. Il telegrafo fece la sua prima timida comparsa nella guerra di Crimea, nel 1854, ma solo tre anni dopo divenne un fattore decisivo nella repressione della rivolta indiana; fu utilizzato pure largamente nella guerra di secessione americana e da allora il suo uso si estese rapidamente anche per gli impieghi civili.

Altra pietra miliare nella storia delle telecomunicazioni è stata l'invenzione del codice binario a 5 unità, introdotto dal Baudot nel 1874. Esso ha un rendimento di trasmissione assai migliore che il codice Morse, con la sua semplice e logica strutturazione, sebbene in certi casi si presenti più delicato e più soggetto a possibili errori, come un cavallo puro sangue di fronte ad un robusto incrocio. Un codice del tipo Baudot è ancora quello delle moderne telescriventi, ma il valore maggiore dell'invenzione sta nell'essere il primo esempio di codificazione su base binaria; moderni prodotti di quella geniale idea sono il sistema di modulazione a impulsi a codice, il cosiddetto PCM, dei grandi ponti radio telefonici ed i calcolatori elettronici. Il Baudot va pure ricordato come valente ingegnere per il suo sistema telegrafico rapido stampante, che per primo applicò un altro principio basilare dei moderni sistemi di telecomunicazione, l'analisi sequenziale della rappresentazione in codice, cioè la sua trasformazione dallo spazio al tempo; l'apparato Baudot è per quei tempi una meraviglia di inventiva tecnica e si è difeso validamente per oltre mezzo secolo prima di soccombere di fronte alla concorrenza delle telescriventi.

Un ruolo importante nell'istituzione della rete telegrafica mondiale va attribuito allo sviluppo dei cavi sottomarini: i quattro quinti della superficie terrestre sono ricoperti di acqua.

Sull'inizio del XIX secolo si ebbero i primi esperimenti del Soemmering in Russia e le prime pose di cavi telegrafici sottomarini si iniziarono verso la metà del secolo. Nel 1866 avvenne la prima posa di cavo transatlantico con esito soddisfacente ed in pochi decenni la rete di cavi sottomarini andò rapidamente estendendosi in tutti i mari.

Accanto allo sviluppo delle comunicazioni telegrafiche, nella seconda metà del secolo scorso incominciarono a svilupparsi anche quelle telefoniche, dopo le spiacevoli vicende legate all'invenzione del Meucci nel 1857. La telefonia ancor più che la telegrafia è debitrice dei suoi sviluppi a quelli della scienza dell'elet-

tromagnetismo. Il telefono meccanico di Robert Hooke del 1667 è una curiosità storica ed ha assunto il ruolo di gioco tecnico per ragazzi, nella sua edizione casalinga con due fondi di scatola come microfono e ricevitore ed un robusto filo che trasmette le vibrazioni. Tra la prima e la seconda guerra mondiale la telefonia ha iniziato quell'incalzante sviluppo che oggi conosciamo, agevolato dall'introduzione della commutazione automatica e poi della telesezione.

Frattanto, dopo la mirabile divinazione teorica di Maxwell intorno al 1870 e la conferma sperimentale di Hertz nel 1887, a coronamento delle ricerche di uno stuolo di scienziati, le esperienze a breve distanza di Marconi tra il 1895 ed il 1900 ed infine la felice riuscita del primo collegamento radiotelegrafico transatlantico da lui attuato nel 1901 tra Poldhu e St. Johns di Terranova, a dispetto del più nero scetticismo della scienza ufficiale, hanno aperto il campo di sfruttamento delle radioonde per le telecomunicazioni. È veramente singolare tutta la vicenda legata alle prime esperienze di Marconi. La posizione di scetticismo della scienza ufficiale aveva i suoi buoni fondamenti sulle conoscenze che già si avevano sulle leggi della propagazione delle radioonde e su quelle che ancora non si avevano sulla fisica dell'ambiente che ci circonda. È probabile che, se Marconi avesse avuto una maggiore preparazione scolastica, non gli sarebbe venuta l'idea di tentare il grande salto dall'Inghilterra all'America e la scoperta della propagazione delle radioonde attorno alla terra sarebbe avvenuta più lentamente per progressivi incrementi di portata. È però anche vero che la diffidenza del mondo scientifico sarebbe stata minore se si fosse ricordata l'osservazione fatta trent'anni prima dall'inglese Balfour Stewart, che certe variazioni giornaliere del campo magnetico terrestre, che egli stava studiando, potevano essere giustificate immaginando l'esistenza di una sfera conduttrice di elettricità attorno alla terra, nell'alta atmosfera. Ma lo Stewart si occupava di geofisica e la collaborazione tra scienze geofisiche e propagazione delle radioonde è incominciata cinquant'anni dopo il primo collegamento transatlantico.

Le sorprendenti conquiste sperimentali di Marconi scatenarono un'imponente mole di ricerche teoriche, nell'intento almeno di spiegarne la ragione, visto che non era stato possibile prevederle. Ma per quasi un ventennio i risultati di questi studi furono beffardamente negativi, in stridente contrasto con lo sviluppo che

nel frattempo i servizi di radiocomunicazione avevano preso. Solo nel 1918 il Watson, dopo avere elaborato la sua mirabile teoria della diffrazione delle radioonde attorno alla curvatura terrestre ed averne constatata l'insufficienza, provò che i risultati sperimentali potevano essere giustificati solo immaginando che le onde si propagassero tra la sfera terrestre ed un'altra sfera concentrica, buona conduttrice dell'elettricità, che fosse ad una quota di un centinaio di chilometri dalla superficie terrestre. Era questa la prima prova indiretta in favore dell'ipotesi avanzata intorno al 1905 da Kennelly e Heaviside, che esistesse nell'alta atmosfera uno strato ad elevata concentrazione di elettroni liberi, tale da agire per le radioonde come uno specchio riflettente. Solo nove anni più tardi si ebbe la prima conferma sperimentale diretta dell'esistenza della ionosfera, ad opera di Sir Edward Appleton, lo scienziato inglese che ebbe parte notevole nell'invenzione del radar. Quella storica esperienza determinò una svolta nello studio e nella conoscenza dei fenomeni di propagazione delle radioonde attorno alla terra, con immediati vantaggi per la tecnica delle telecomunicazioni, ed affermò definitivamente la felice intuizione di Kennelly e Heaviside e quella ancor più ammirevole di Stewart, tanti anni prima. L'ipotesi di una conduttività degli alti strati dell'atmosfera avanzata nel 1870, quando ancora non si era formato il concetto di elettrone, era ben più arditata che nel 1905, quando già molto si conosceva sulla struttura atomica e sulla ionizzazione dei gas.

Le crescenti esigenze di nuovi servizi di telecomunicazione, per far fronte alle richieste, ha determinato una corsa alla ricerca di nuovi campi di sfruttamento su frequenze sempre più alte. Così, dopo avere invaso il campo delle onde corte, che era prima appannaggio dei dilettanti quando si pensava che non servissero, dopo il 1930 la tecnica si è volta al campo delle onde ultracorte o metriche e quindi, durante e dopo la seconda guerra mondiale, è passata rapidamente a quelli delle onde centimetriche e millimetriche, che si sogliono chiamare delle iperfrequenze. Le frequenze più alte offrono possibilità sempre maggiori di incanalare gran numero di comunicazioni in una stessa via, sia essa il fascio di radioonde di un ponte radio o il tubo di una guida d'onda. Uno dei sistemi più promettenti per le comunicazioni a grandi distanze in un futuro non lontano è una guida d'onda, cioè un tubo metallico, di sezione circolare nella quale si propa-

gano con bassissima attenuazione particolari tipi di onde millimetriche, capaci di portare molte decine di migliaia di canali di comunicazione. Esso presenta difficoltà tecniche non indifferenti, che in questi anni si stanno via via superando, e dovrà sostituire il cavo coassiale quando questo, col suo misero migliaio di canali, sarà sopraffatto dal crescente traffico.

Per far fronte al rapido incremento delle richieste, si stanno anche moltiplicando gli studi per la migliore utilizzazione dello spettro di frequenze e per una migliore efficienza dei servizi di telecomunicazione. Si studia quali sono le caratteristiche essenziali dell'informazione ed in quale misura è necessario conservarle per garantire che i servizi diano la massima soddisfazione all'utenza con la massima possibile economia di esercizio. Un esempio tipico della fruttuosità di tali indagini è dato dalla creazione del sistema TASI. Qualche anno fa, apparendo prossima la saturazione del cavo telefonico transatlantico, si è posto il dilemma se posare un nuovo cavo o trovare il modo di migliorare l'efficienza di quello esistente. Si era infatti constatato che una conversazione telefonica utilizza assai male la linea e che almeno una metà del tempo di occupazione è perduta in pause. Si è perciò studiato un sistema nel quale ogni singola linea non viene rigidamente assegnata ad una coppia di utenti per tutta la durata della conversazione, ma le linee sono in numero inferiore alle coppie di utenti che parlano e costituiscono una specie di patrimonio comune a disposizione di chi ne ha bisogno. Non appena uno degli utenti incomincia a parlare, un cercatore automatico velocissimo ricerca una linea libera — statisticamente è previsto che con buona probabilità ve ne sia una — e l'accaparra. Ma alla prima pausa che superi il normale intervallo tra due successive parole della conversazione, la linea ritorna libera a disposizione di tutti. In questo modo si è quasi raddoppiata la capacità del cavo, ma l'apparecchiatura TASI è costata molto meno che la posa di un nuovo cavo transatlantico.

Un altro caso tipico è quello dello studio di un sistema stabile di telecomunicazioni a mezzo di satelliti stazionari, il quale dovrebbe raggiungere un sufficiente grado di perfezionamento tecnico e di affidamento, prima che giunga una nuova crisi di saturazione degli attuali mezzi di telecomunicazione da un continente all'altro. Da tre o quattro anni in tutto il mondo fervono studi per superare le infinite difficoltà tecniche che si frappongono al-

l'attuazione del nuovo sistema. La grande distanza del satellite, sui 30.000 km, la piccola potenza che su esso è disponibile, le sue limitazioni di ingombro e di peso e, ovviamente, la sua inaccessibilità creano problemi la cui soluzione non solo richiede l'uso della tecnica elettronica più raffinata, ma esige una preventiva indagine comparativa di tutte le possibili soluzioni, alla luce delle più moderne teorie statistiche sulla trasmissione dell'informazione. Si può ben dire che questa grande impresa a carattere mondiale per la creazione di un sistema stabile di telecomunicazioni a mezzo di satelliti è un'occasione splendida per svolgere ricerche di ogni genere nei campi più avanzati e l'impegno è così grande che c'è lavoro per tutti. L'Italia con le sue modeste forze è pure seriamente impegnata in questo genere di ricerche, con una specie di organizzazione cooperativa tra i vari Istituti universitari di elettronica e telecomunicazioni, sotto l'egida del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Ora che si è dato uno sguardo allo sviluppo delle telecomunicazioni dai tempi più antichi al prossimo futuro, viene spontanea la domanda di quali possano esserne gli sviluppi nel futuro più lontano. Mi sia permesso non fare previsioni. L'esperienza degli ultimi decenni ha mostrato quanto sia azzardato avanzare previsioni a troppo lunga scadenza, anche in campo scientifico e tecnico, ed abbiamo imparato quanto sia precaria e incompleta la conoscenza dell'universo fisico che ci circonda, dei suoi fenomeni, delle sue leggi. Esempio tipico è un famoso rapporto tecnico che venne stilato da molto competenti persone verso la fine del secolo scorso e nel quale si affermava categoricamente che il telefono non avrebbe mai potuto avere possibilità di serie applicazioni e sviluppi per le telecomunicazioni!

Del resto si è visto che l'effettivo moderno sviluppo delle telecomunicazioni ha una storia di non più di un secolo e mezzo. Limitiamoci perciò alle piccole estrapolazioni che le nostre conoscenze attuali ci consentono di fare con una certa sicurezza e lasciamo ai posteri l'ardua risposta di quel che sarà nei secoli futuri.

INDAGINE DEI RENTARI DEL POLITECNICO
DALLA SUA FONDAZIONE

DIRETTORI E RETTORI DEL POLITECNICO
DALLA SUA FONDAZIONE

INDICE

1. PROPOSITO SCIENTIFICO (1929-1930)

Questo lavoro è stato iniziato nel 1929, dopo che il 23 luglio 1927 l'Accademia di Scienze e Lettere di Torino aveva approvato la proposta di ricerca del Prof. G. B. Rossi, presentata dal Prof. G. B. Rossi, e approvata dal Senato del Politecnico di Torino nel 1927. Il Prof. G. B. Rossi ha svolto la direzione di questa ricerca fino al 1930.

2. DOTTORI AGENZIARI (1931-1932)

Senza dubbio il lavoro è stato iniziato nel 1931, e il Prof. G. B. Rossi ha svolto la direzione di questa ricerca fino al 1932. Il Prof. G. B. Rossi ha svolto la direzione di questa ricerca fino al 1932.

3. DOTTORI AGENZIARI (1933-1934)

Senza dubbio il lavoro è stato iniziato nel 1933, e il Prof. G. B. Rossi ha svolto la direzione di questa ricerca fino al 1934. Il Prof. G. B. Rossi ha svolto la direzione di questa ricerca fino al 1934.

DIRETTORI E RETTORI DEL POLITECNICO DALLA SUA FONDAZIONE

- già **R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri** (*Legge 13 novembre 1859, n. 3725* [L. Casati]);
R. Politecnico (*Legge 8 luglio 1906, n. 321*);
R. Scuola d'Ingegneria (*R. D. 30 settembre 1923, n. 2102*);
R. Istituto Superiore d'Ingegneria (*R. D. 21 agosto 1933, n. 1592 [T. U.]*);
e di nuovo R. Politecnico (*R. D. 29 luglio 1937, n. 1450*);
Politecnico (*2 giugno 1946*).

DIRETTORI

† PROSPERO RICHELMY (1860-1880).

Nato a Torino il 28 luglio 1813, morto a Torino il 13 luglio 1884. Laureato Ingegnere all'Università di Torino nel 1833; nella stessa Università dal 1838 Dottore aggregato alla Facoltà di Scienze fisiche e matematiche e dal 1850 Professore d'Iraulica. Dal 1860 Professore di *Meccanica applicata* e di *Idraulica pratica* nel Politecnico di Torino allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri.

† GIULIO AXERIO - Incaricato (1880).

Nato a Rima di S. Giuseppe (Vercelli) nel 1830, morto a Torino il 5 gennaio 1881. Laureato Ingegnere civile all'Università di Torino nel 1852. Dapprima insegnante nell'Istituto Privato « Rosellini » di Torino; dal 1856 Ingegnere nel R. Corpo delle Miniere. Direttore del R. Museo Industriale Italiano di Torino dal settembre 1880.

† GIACINTO BERRUTI (1881-1882).

Nato ad Asti nel 1837, morto a Torino l'11 marzo 1904. Laureato Ingegnere idraulico e Architetto civile all'Università di Torino nel 1859. Dal 1861 Ingegnere nel R. Corpo delle Miniere; nel 1861 Direttore dell'Officina governativa delle Carte-Valori in Torino; nel 1872 Ispettore generale delle Finanze. Dal 1881 Direttore del R. Museo Industriale Italiano di Torino.

† GIOVANNI CURIONI (1882-1887).

Nato a Invorio Inferiore (Novara) l'8 dicembre 1831, morto a Torino il 1° febbraio 1887. Laureato Ingegnere idraulico e Architetto civile all'Università di Torino nel 1855. Assistente di Costruzioni, Architettura e Geometria pratica al Politecnico di Torino nel 1861, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri; Dottore aggregato alla Facoltà di Scienze fisiche matematiche e naturali dell'Università di Torino nel 1862. Professore di *Costruzioni civili idrauliche e stradali* nel Politecnico di Torino, allora Scuola di Applicazione per gli Ingegneri, dal 1866. Deputato al Parlamento per il Collegio di Borgomanero dal 1878.

† ALFONSO COSSA (1887-1902).

Nato a Milano il 3 novembre 1833, morto a Torino il 23 ottobre 1902. Laureato in Medicina e Chirurgia all'Università di Pavia nel 1856 e Assistente, nella stessa, di Chimica generale dal 1857 al 1861. Professore di Chimica e Direttore nell'Istituto Tecnico di Pavia dal 1861 al 1866, quindi in quello di Udine. Nel 1871 Direttore della Stazione agraria di Torino, poi Direttore e Professore nella Scuola superiore di Agricoltura di Portici, di nuovo Direttore e Professore di Chimica agraria alla Stazione agraria di Torino, ed infine Professore di Chimica generale e di Chimica mineraria nel R. Museo Industriale Italiano di Torino. Dal 1882 Professore di *Chimica docimastica* nel Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri.

† ANGELO REYCEND - Incaricato (1902-1905).

Nato a Torino il 27 gennaio 1843, morto a Torino il 26 novembre 1925. Laureato Ingegnere civile al Politecnico di Torino nel 1865, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri. Incominciò con l'insegnare Disegno nelle Scuole medie di Torino. Fondò la Scuola di Arti e Mestieri di Torino, della quale fu Presidente; come pure in Torino fu Presidente della fiorentissima Scuola S. Carlo, oggi Scuole tecniche operaie S. Carlo, e fondò la Scuola professionale di Costruzioni edilizie che porta il suo nome. Professore di *Architettura* nel Politecnico di Torino dal 1877 al 1919.

† GIAMPIETRO CHIRONI - R. Commissario (1905-1906).

Nato a Nuoro il 5 ottobre 1855, morto a Torino il 1° ottobre 1918. Laureato in Giurisprudenza nel 1876 all'Università di Cagliari, ove fu dal 1879 Dottore aggregato per il Diritto romano e civile. Dal 1881 Professore di *Diritto civile* nella Università di Siena; dal 1885 in quella di Torino, ove fu altresì Rettore dal 1903 al 1906. Fu il primo Direttore dell'Istituto di studi commerciali (oggi Facoltà di Scienze economiche e commerciali) di Torino. Deputato al Parlamento per il Collegio di Nuoro dal 1892 al 1895; Senatore del Regno dal 1908.

† VITO VOLTERRA - R. Commissario (1906).

Nato ad Ancona il 3 maggio 1860, morto a Roma l'11 ottobre 1940. Iniziati gli studi universitari alla Facoltà di Scienze fisiche matematiche e naturali, dall'Università di Firenze, si trasferì nel 1878 all'Università di Pisa, ove, ammesso nel 1880 a quella Scuola normale superiore, si laureò in Fisica nel 1882 e nel 1883 divenne Professore di *Meccanica razionale*. Nel 1892 passò al medesimo insegnamento nell'Università di Torino e nel 1900 fu chiamato all'Università di Roma alla cattedra di *Fisica matematica*, che tenne fino al 1931. Senatore del Regno dal 1905.

† ENRICO D'OIDIO (1906-1922).

Nato a Campobasso l'11 agosto 1843, morto a Torino il 21 marzo 1933. Dal 1863 Insegnante di Matematica nella R. Scuola di Marina, poi nel R. Liceo Principe Umberto di Napoli. Nel 1868 laureato « ad honorem » in Matematica all'Università di Napoli. Dal 1872 al 1918 Professore di *Algebra e geometria analitica* nell'Università di Torino, ove fu, altresì, Rettore dal 1880 al 1885. Lo stesso insegnamento tenne per incarico nel Politecnico di Torino dal 1908 al 1918. Senatore del Regno dal 1905.

GUSTAVO COLONNETTI (1922-1925).

Nato a Torino l'8 novembre 1886. Laureato Ingegnere civile nel 1908 e diplomato in Elettrotecnica nel 1909 al Politecnico di Torino; libero docente di Scienza delle costruzioni nel 1910; laureato in Matematica all'Università di Torino nel 1911; Dottore « honoris causa » delle Università di Toulouse, Lausanne, Poitiers e Liège. Dal 1908 Assistente di Scienza delle costruzioni, statica grafica e costruzioni stradali e idrauliche nel Politecnico di Torino. Dal 1911 Professore di Meccanica applicata alle costruzioni nella Scuola superiore navale di Genova e dal 1915 nella Scuola d'Ingegneria di Pisa, di cui fu Direttore dal 1918 al 1920, nel quale anno passò al Politecnico di Torino come Professore di *Meccanica tecnica superiore*, poi di *Scienza delle costruzioni*. Presidente emerito del Consiglio Nazionale delle Ricerche; Accademico Pontificio; Socio Nazionale dell'Accademia dei Lincei; Socio dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio corrispondente dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; Membro corrispondente de l'« Institut de France » (Académie des Sciences), Officier de la Légion d'honneur; Professore Emerito del Politecnico di Torino.

† FELICE GARELLI (1925-1929).

Nato a Fossano (Cuneo) il 16 luglio 1869, morto a Torino il 21 marzo 1936. Seguì i Corsi di Chimica nel R. Museo Industriale Italiano di Torino, conseguendovi nel 1887 l'abilitazione all'insegnamento della Chimica e Fisica applicate. Laureato in Chimica all'Università di Bologna nel 1891, vi fu dal 1895 Assistente di Chimica generale, per la quale materia, nel 1896, conseguì la libera docenza e divenne Professore nella Libera Università di Ferrara. Dal 1903 Professore di *Chimica tecnologica* nella Scuola d'Ingegneria di Napoli, dalla quale passò nel 1911 al Politecnico di Torino come titolare della stessa materia, poi di *Chimica industriale inorganica ed organica*.

† GIUSEPPE ALBENGA (1929-1932).

Nato a Incisa Scapaccino (Asti) il 9 giugno 1882, morto a Torino il 19 gennaio 1957. Laureato Ingegnere civile nel 1904 al Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri, ove fu Assistente di Scienza delle costruzioni dal 1904 al 1914, dal quale anno fu Professore di Costruzioni stradali e ferroviarie alla Scuola d'Ingegneria di Bologna e dal 1916 al 1918 a quella di Pisa. Dal 1919 al 1928 Professore di Meccanica applicata alle costruzioni, poi di Scienza delle costruzioni alla Scuola d'Ingegneria di Bologna. Dal 1928 Professore nel Politecnico di Torino, allora Scuola d'Ingegneria, prima di *Teoria dei ponti* poi di *Ponti e tecnica delle costruzioni* ed infine di *Costruzioni in legno, ferro e cemento armato*. Colonnello di Complemento del Genio aeronautico. Medaglia d'oro dei Benemeriti della Scuola della Cultura e dell'Arte.

† CLEMENTE MONTEMARTINI (1932-1933).

Nato a Montù Beccaria (Pavia) il 12 giugno 1863, morto a Milano il 28 giugno 1933. Laureato in Fisica all'Università di Pavia nel 1885; Assistente di Chimica docimastica nel Politecnico di Torino nel 1886, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri; conseguì la libera docenza in Chimica fisica nel 1893. Assistente presso la Facoltà di Scienze fisiche matematiche e naturali dell'Università di Roma dal 1894, prima di Chimica generale e poi di Chimica farmaceutica. Nel 1902 Professore di *Chimica docimastica* nella Scuola d'Ingegneria di Palermo, dalla quale, alla fine del 1903, passò al Politecnico di Torino, allora Scuola di applicazione per gli Ingegneri, come titolare della stessa materia.

† GIANCARLO VALLAURI (1933-1938).

Nato a Roma il 19 ottobre 1882, morto a Torino il 7 maggio 1957. Ufficiale di Stato Maggiore della R. Marina dal 1903. Laureato Ingegnere industriale nel 1907 e diplomato in Elettrotecnica nel 1908 dalla Scuola d'Ingegneria di Napoli. Assistente di Elettrotecnica a Padova, Napoli e Karlsruhe (1908-1914), Ingegnere presso la Maschinenfabrik Oerlikon (1912), Professore di Elettrotecnica e Direttore dell'Istituto elettrotecnico e radiotelegrafico della R. Marina a Livorno dal 1916 al 1922; Direttore del Centro radiotelegrafico di Coltano dal 1918 al 1923; Professore di *Elettrotecnica* e Direttore nella Scuola d'Ingegneria di Pisa dal 1923 al 1926. Professore di Elettrotecnica nel Politecnico di Torino dal 1926. Presidente dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » dalla fondazione (1934). Accademico d'Italia e Vicepresidente della R. Accademia d'Italia dalla fondazione (1929). Accademico Pontificio dal 1936. Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino (1928), dell'Accademia dei XL (1935), dell'Accademia dei Lincei (1935). Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche dal 24 ottobre 1941 al 4 marzo 1943, dimissionario. Campagna di guerra 1911-12, 1915-18, 1940-43. Ammiraglio di Divisione nella Riserva. Membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Comitato ingegneria). Medaglia d'oro dei Benemeriti della Scuola della Cultura e dell'Arte.

† ALDO BIBOLINI (dal 1938 al 28 aprile 1945).

Nato il 16 agosto 1876 a Sarzana. Deceduto a Torino il 30 giugno 1949. Laureato Ingegnere civile alla Scuola di Ingegneria di Roma nel 1898, Ingénieur civil des Mines e Ingénieur électricien a Liegi nel 1904. Assistente nel 1899 di Fisica tecnica e poi di Meccanica applicata alle macchine nella Scuola d'Ingegneria di Roma. Dal 1900 al 1902 Vicedirettore della Società Italiana dei Forni elettrici in Roma e poi Direttore Tecnico della Società Italiana per Automobili Bernardi a Padova. Dal 1902 al 1920 Ingegnere nel R. Corpo delle Miniere. Dal 1918 al 1920 Fondatore e Capo dell'Ufficio Geologico-Minerario della Colonia Eritrea in Asmara. Dal 1920, in seguito a concorso, Professore di ruolo nel Politecnico di Torino, allora Scuola d'Ingegneria, prima di *Tecnologia mineraria*, poi di *Arte mineraria e di Tecnologia e giacimenti minerari*. Vicedirettore del Politecnico di Torino, allora Istituto Superiore d'Ingegneria, dal luglio 1933 al novembre 1938. Membro del Comitato per la Geologia nel Consiglio Nazionale delle Ricerche dalla fondazione (1929).

GUSTAVO COLONNETTI (dal 29 aprile 1945 al 19 novembre 1945) - predetto,
nominato Commissario del Politecnico di Torino.

† PIETRO ENRICO BRUNELLI - Vice Commissario del Politecnico di Torino dal 29 aprile 1945 al 19 novembre 1945; indi Direttore (dal 20 novembre 1945 al 29 marzo 1947).

Nato il 1° maggio del 1876 a Chieti. Deceduto a Torino il 29 marzo 1947. Laureato Ingegnere civile alla Scuola di Ingegneria di Roma nel 1898. Laureato Ingegnere Navale meccanico alla Scuola di Ingegneria di Genova nel 1900. Dal 1905 Professore ordinario di Macchine termiche presso la Scuola di Ingegneria di Napoli. Nella guerra mondiale fino al 1919 ufficiale della Marina in S.P.E. col grado di Capitano: nella riserva Navale raggiunse poi il grado di Colonnello. Dal 1914 partecipò alla costruzione ed esercizio di navi di diverso genere (nel 1912 aveva diretto i lavori di recupero della nave San Giorgio affondata). Sottoscrisse al manifesto Croce. Nel 1932 trasferito dalla Scuola di Ingegneria di Napoli all'Istituto superiore di Ingegneria di Torino presso la Cattedra di *Macchine a vapore e Fisica tecnica*. Membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

† ELIGIO PERUCCA (dal 12 maggio 1947 al 31 ottobre 1955).

Nato a Potenza il 28 marzo 1890. Deceduto a Roma il 5 gennaio 1965. Allievo della Scuola Normale superiore di Pisa. Laureato in Fisica a Pisa nel 1910, indi diplomato alla Scuola Normale suddetta nel 1913. Assistente all'Istituto di Fisica dell'Università di Torino nel 1911. Professore di Fisica e Chimica nei Licei nel 1912. Dal 1923 al 1926 professore straordinario alla cattedra di *Fisica sperimentale con esercitazioni* della Scuola di Ingegneria di Torino. Dal 1926 professore ordinario nella medesima cattedra. Nel 1946-47 Preside della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino. Direttore del Comitato per l'organizzazione dell'Istituto Nazionale Italiano di Metrologia. Membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche e Presidente del Comitato per la Fisica e la Matematica. Socio Nazionale e Socio Segretario per la classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali dell'Accademia delle Scienze di Torino e Presidente della stessa. Socio Nazionale dell'Accademia dei Lincei. Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Bologna. Socio dell'Accademia Gioenina. Presidente del Sottocomitato Illuminazione del C.E.I., e del Comitato Nazionale Italiano dell'Illuminazione. Esperto del Comité International des Poids et Mesures. Membro della Commissione S.U.N. dell'Unione Internazionale di Fisica pura ed applicata. Vice Presidente della Commission International d'Éclairage. Presidente dell'Ente Nazionale Italiano di unificazione (1947). Membro elettivo del Consiglio Superiore della P. I. Membro del Conseil de la Société Française de Physique. Presidente del C.I.O. (Comitato Italiano di Ottica) presso il C.N.R. Presidente del C.I.I. (Comitato Italiano di Illuminazione), presso il C.N.R. Presidente del Comitato Italiano per l'Unione Internazionale di Fisica pura ed applicata presso il C.N.R. Consigliere onorario della Institución Fernando el Católico di Saragozza (Spagna). Presidente della Commissione C.N.R.-U.N.I. (Grandezze, Unità, Simboli). Vice Presidente della Commissione Nazionale Italiana della UNESCO e Presidente della Sezione Scienze Esatte e Naturali. Medaglia d'oro di Benemerito della Scuola.

RETTORI

ANTONIO CAPETTI (Direttore dal 1° novembre 1955; Rettore dal 1° giugno 1956).

Nato a Fermo (Ascoli Piceno) il 15 maggio 1895. Laureato in Ingegneria industriale nel Politecnico di Torino il 27 agosto 1918. Assistente alle cattedre di Meccanica applicata alle macchine e di Costruzioni aeronautiche del Politecnico di Torino

dal 1° ottobre 1918 al 31 gennaio 1925; contemporaneamente professore incaricato di Motori per aeromobili dal 1919 e libero docente di Macchine termiche dal 1924. Professore di ruolo non stabile alla cattedra di Macchine termiche ed idrauliche della Scuola di Ingegneria di Palermo dal 1925 al 1927. Professore straordinario prima, ordinario poi, alla cattedra di Macchine nella Scuola di Ingegneria di Padova dal 1927 al 1934. Professore ordinario di Motori per aeromobili al Politecnico di Torino dal 1934 al 1947; poi trasferito alla cattedra di *Macchine* dello stesso Politecnico. Preside della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino dal 1947 al 1955. Presidente del Comitato per l'Ingegneria del C.N.R. dal 1961 al 1963. Socio Nazionale residente dell'Accademia delle Scienze di Torino. Presidente della Fédération Internationale des Sociétés des Ingénieurs et Techniciens de l'Automobile dal 1955 al 1957.

Senatore Giovanni Agnelli, nato a Villar Perosa (Tor.) il 13-3-1866.
Deceduto a Torino il 16-12-1945.

Atto Accademico 1945/46.

Laurea honoris causa in Ingegneria e per aver creato una delle più grandi e
attive industrie italiane.

**LAUREE « HONORIS CAUSA »
CONFERITE DAL POLITECNICO DI TORINO
A PERSONALITÀ ITALIANE E STRANIERE
DALL'ANNO ACCADEMICO 1936-37 AD OGGI**

Prof. Albert Erich Heineckmann, nato a Norddeuz (Westfalia) il
1-9-1881, deceduto a Colonia il 10-3-1959.

Atto Accademico 1936/37.

Laurea honoris causa in Architettura e per l'opera di arte e di stile del
Reichsbauhaus tedesco e specialmente dell'Architekturhaus berlinese.

Prof. Vittorio Valletta, nato a Sampierdarena il 23-7-1892, deceduto
a La Focaccia (Luca) il 30-8-1957.

Atto Accademico 1951/52.

Laurea honoris causa in Ingegneria Industriale e per avere con attività parallela
al proprio ufficio di direzione industriale portato in più importante industria
italiana al vertice della civiltà del mondo.

Prof. Theodor von Karman, nato a Budapest il 11-5-1881, deceduto
ad Aquilera il 7-3-1953.

Atto Accademico 1949/50.

Laurea honoris causa in Ingegneria Aeronautica e per aver con la sua ricerca
sulle ali e sulla loro evoluzione per aver perfezionato nel vertice delle scienze
applicati al perfezionamento dell'aeronautica.

Prof. Louis Néel, nato a Lione il 23-11-1904.

Atto Accademico 1944/45.

Laurea honoris causa in Ingegneria Industriale e per avere con la sua ricerca
e con i suoi studi aperti nuovi importanti campi dell'oscillazione meccanica
dell'altissima frequenza e del magnetismo.

Senatore Giovanni Agnelli, nato a Villar Perosa (To) il 13-8-1866,
deceduto a Torino il 16-12-1945.

Anno Accademico 1936-37.

Laurea honoris causa in Ingegneria « per aver creato una delle più grandi e gloriose industrie italiane ».

Onorevole Enrico Mattei, nato ad Acqualagna (Pesaro) il 29-4-1906,
deceduto nel Cielo di Metanopoli il 26-10-1962.

Anno Accademico 1952-53.

Laurea honoris causa in Ingegneria mineraria « per l'eccezionale competenza e capacità rivelate nella realizzazione di un complesso organismo tecnico per la ricerca e utilizzazione di giacimenti di gas naturali ».

Prof. Albert Erich Brinckmann, nato a Norderney (Westfalia) il
4-9-1881, deceduto a Colonia il 10-8-1958.

Anno Accademico 1956-57.

Laurea honoris causa in Architettura « per l'opera di storico e di critico dell'architettura italiana e specialmente dell'architettura barocca piemontese ».

Prof. Vittorio Valletta, nato a Sampierdarena il 28-7-1883, deceduto
a Le Focette (Lucca) il 10-8-1967.

Anno Accademico 1958-59.

Laurea honoris causa in Ingegneria Industriale « per avere con altissimo personale apporto di capacità tecnica ed organizzativa portato la più importante industria automobilistica italiana al livello delle migliori del mondo ».

Prof. Theodore von Kármán, nato a Budapest l'11-5-1881, deceduto
ad Aquisgrana il 7-5-1963.

Anno Accademico 1959-60.

Laurea honoris causa in Ingegneria Aeronautica « per l'eccezionale attività scientifica e didattica svolta per oltre un cinquantennio nei vari rami delle scienze pure ed applicate ed in particolare dell'aeronautica ».

Prof. Louis Néel, nato a Lione il 22-11-1904.

Anno Accademico 1959-60.

Laurea honoris causa in Ingegneria industriale « per avere con le sue ricerche e con i suoi studi aperto nuovi importantissimi campi dell'ingegneria elettrotecnica dell'antiferromagnetismo e del ferromagnetismo ».

Sir Harry Ralph Ricardo, nato a Londra il 26-1-1885.

Anno Accademico 1959-60.

Laurea honoris causa in Ingegneria industriale « per l'originale impulso dato al progresso teorico e costruttivo dei motori a combustione interna, investigando in particolare i problemi della detonazione e raggiungendo risultati divenuti classici nella materia ».

Prof. Franz Tank, nato a Zurigo il 6-3-1890.

Anno Accademico 1959-60.

Laurea honoris causa in Ingegneria industriale « per l'importante attività didattica e scientifica svolta da oltre trent'anni nel campo della tecnica delle alte frequenze e degli studi dell'elettronica ».

Prof. Stephen P. Timoshenko, nato a Shpotovka (Kiev) il 23-12-1878.
Professor Emeritus della Stanford University California.

Anno Accademico 1959-60.

Laurea honoris causa in Ingegneria industriale « per i suoi studi riguardanti vasti campi della meccanica, dalla teoria della elasticità, a quella delle vibrazioni, studi che fondendo in modo mirabile il rigore del metodo matematico alla concreta esigenza dell'ingegneria, gli hanno valso alta fama nel mondo scientifico ».

Cav. Lav. Battista Pininfarina, nato a Torino il 2-11-1895, deceduto a Torino il 3-4-1966.

Anno Accademico 1962-63.

Laurea honoris causa in Architettura « per la meritata fama di singolare perizia da lui raggiunta nelle discipline architettoniche quale creatore della più nota ed apprezzata carrozzeria del nostro Paese, industria che seppe far assurgere a glorie mondiali, imponendo anche all'Estero lo stile architettonico italiano ».

Prof. Dott. Eligio Perucca, nato a Potenza il 28-3-1890, deceduto a Roma il 5-1-1965.

Anno accademico 1965-66.

Laurea ad honorem in Ingegneria Elettrotecnica « per avere illustrato l'ingegneria italiana con l'opera didattica, con le pubblicazioni scientifiche e tecniche, in particolare quelle sulla elettrologia, e con l'attività nel campo internazionale della metrologia, nonchè a riconoscimento delle benemerenzze da Lui acquisite nella realizzazione della nuova sede del Politecnico di Torino ».

Prof. Dott. Ing. Giuseppe Maria Pugno, nato a Firenze il 17-5-1900.

Anno accademico 1966-67.

Laurea honoris causa in Architettura « per l'amore con cui nei trenta e più anni di presidenza della Facoltà, ha seguito lo sviluppo degli insegnamenti ivi impartiti, provvedendo al loro potenziamento e contribuendo validamente alla formazione della figura dell'architetto moderno così da meritarsi fama di singolare perizia nelle discipline della Facoltà medesima ».

PROFESSORI DEL POLITECNICO DI TORINO
INSIGNITI DEL DIPLOMA DI I CLASSE AI BENEMERITI
DELLA SCUOLA DELLA CULTURA E DELL'ARTE,
CON FACOLTÀ DI FREGIARSI
DELLA RELATIVA MEDAGLIA D'ORO

(Decreto del 2 giugno 1955 del Presidente della Repubblica)

† **Panetti Modesto**
† **Vallauri Giancarlo**

(Decreto del 2 giugno 1956 del Presidente della Repubblica)

† **Albenga Giuseppe**
† **Perucca Eligio**

(Decreto del 2 giugno 1957 del Presidente della Repubblica).

Capetti Antonio
Colonnetti Gustavo

(Decreto del 2 giugno 1958 del Presidente della Repubblica).

Ferrari Carlo
Pugno Giuseppe Maria

(Decreto del 2 giugno 1960 del Presidente della Repubblica).

Cavinato Antonio

(Decreto del 2 giugno 1961 del Presidente della Repubblica).

Gentilini Bruno

(Decreto del 2 giugno 1962 del Presidente della Repubblica).

Denina Ernesto
Gabrielli Giuseppe

(Decreto del 2 giugno 1963 del Presidente della Repubblica).

Cicala Placido

(Decreto del 2 giugno 1966 del Presidente della Repubblica).

Codegone Cesare
Rigamonti Rolando

ELenco DELLE ONGRIEIONE E PROCAZIONE

CARTELLI... ANTONIO... Presidente

RETTORE - AUTORITÀ ACCADEMICHE

UFFICI AMMINISTRATIVI

- 1. Ufficio di Direzione
- 2. Ufficio di Segreteria
- 3. Ufficio di Amministrazione
- 4. Ufficio di Contabilità
- 5. Ufficio di Manutenzione
- 6. Ufficio di Rifornimento
- 7. Ufficio di Pulizie
- 8. Ufficio di Sorveglianza
- 9. Ufficio di Primo Soccorso
- 10. Ufficio di Sicurezza
- 11. Ufficio di Informazione
- 12. Ufficio di Documentazione
- 13. Ufficio di Biblioteca
- 14. Ufficio di Archivio
- 15. Ufficio di Edilizia
- 16. Ufficio di Elettricità
- 17. Ufficio di Idraulica
- 18. Ufficio di Meccanica
- 19. Ufficio di Chimica
- 20. Ufficio di Fisica
- 21. Ufficio di Matematica
- 22. Ufficio di Scienze Naturali
- 23. Ufficio di Scienze Sociali
- 24. Ufficio di Lettere e Filosofia
- 25. Ufficio di Giurisprudenza
- 26. Ufficio di Medicina
- 27. Ufficio di Farmacia
- 28. Ufficio di Veterinaria
- 29. Ufficio di Agraria
- 30. Ufficio di Ingegneria
- 31. Ufficio di Architettura
- 32. Ufficio di Musica
- 33. Ufficio di Arte e Lettere
- 34. Ufficio di Scienze Umane
- 35. Ufficio di Scienze Politiche
- 36. Ufficio di Scienze Economiche
- 37. Ufficio di Scienze Giuridiche
- 38. Ufficio di Scienze Storiche
- 39. Ufficio di Scienze Religiose
- 40. Ufficio di Scienze Filosofiche

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Biennio 1965-66, 1966-67

- CARTELLI... ANTONIO... Presidente
- ROBIL... LEON... Vice Presidente
- BERTONDI... ANTONIO... Vice Presidente

ELENCO DELLE ONORIFICENZE E DECORAZIONI

- ⚔ Cavaliere del lavoro.
- 🇮🇹 Ordine della Repubblica.
- ✠ Ordine Santi Maurizio e Lazzaro.
- ✠ Ordine della Corona d'Italia.
- ✠ Ordine di Malta.
- 🇸🇮 Medaglia d'Argento.
- 🇸🇮 Medaglia di Bronzo.
- 🇸🇮 Croce al merito di Guerra sul campo.
- ✠ Croce al merito di guerra.
- 🇸🇮 Distintivo Mutilati di Guerra.
- 🇸🇮 Medaglia Comm. Africa Orientale.
- 🇸🇮 Commemorazione Unità d'Italia.
- 🇸🇮 Medaglia Commemor. Guerra Interalleata 1915-18.
- ✠ Medaglia Commemorazione Guerra 1915-18.
- 🇸🇮 Distintivo onorifico del periodo bellico 1940-43.
- 🇸🇮 Distintivo onorifico della Guerra di liberazione.
- 🇸🇮 Distintivo Feriti in Guerra.
- 🇸🇮 Distintivo degli Invalidi.

RETTORE

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, Grand'uff. ✠ , cav. ✠ ; (Triennio 1964-65, 1965-66, 1966-67).

SENATO ACCADEMICO

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO - Rettore, predetto - *Presidente*.

RIGAMONTI prof. dott. ing. ROLANDO, Medaglia d'oro di benemerito della scuola; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; *Preside della Facoltà di Ingegneria*; (Triennio 1964-65, 1965-66, 1966-67).

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, comm. ✠ , cav. uff. ✠ ; Grand'uff. dell'Ordine Equestre del S. Sepolcro di Gerusalemme; Cavaliere di San Gregorio Magno; *Preside della Facoltà di Architettura*; (Preside più anziano di nomina); (Triennio 1966-67, 1967-68, 1968-69).

DALL'ARMI dott. EUGENIO, uff. ✠ , ✠^3 , ✠ , ✠ . - *Direttore amministrativo - Segretario*.

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Biennio 1965-66, 1966-67

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, predetto - *Presidente*.

ROLLE dott. LELIO, comm. ✠ , ○ al valor civile, Membro del Comitato Coordinamento per la Valle d'Aosta, Intendente di Finanza - *Rappresentante del Governo*.

BERTOLONE dott. ing. PIETRO, ✠ , Vice Presidente dell'Unione Industriale di Torino - *Rappresentante del Governo*.

✓
CICALA prof. dott. ing. PLACIDO, Medaglia d'oro di benemerito della Scuola, Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio corrispondente dell'Accademia dei Lincei - *Rappresentante dei Professori*.

✓
CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, uff. ⚡; Medaglia d'oro di benemerito della Scuola; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; già Presidente della Sezione di Torino dell'Associazione Italiana di Aerotecnica; Segretario generale dell'Associazione Termotecnica Italiana; Membro dei Comitati nazionali per la trasmissione del calore e per le centrali termoelettriche; Membro del Sottocomitato « Motori a vapore » del C.E.I.; già Presidente effettivo del Centro studi Metodologici; Membro dell'Association Française de l'Eclairage; Membro del Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione del C.N.R.; già Chairman per l'Italia dell'International Institute for combustion; Vice Presidente della Commissione II dell'Institut International du Froid di Parigi; Presidente dell'Istituto Termometrico Nazionale del C.N.R.; Segretario del Comitato Termotecnico italiano; membro del Comitato ISO-TC 30; Membro della Commissione UNI di Acustica e Presidente della Commissione U.N.I., n. 7 per l'edilizia; già membro della Commissione Italiana di Metrologia e della Commissione per la misura delle Portate fluide del C.N.R.; Membro esperto (Sottocomitato E 3) nella Commission International de l'Eclairage; Membro delle Commissioni Tecniche per i trafori del Monte Bianco e del Frejus; Membro della Commissione Italiana di Elettrotermia; già Presidente della Commissione per la conferma dell'abilitazione alle professioni di Ingegnere e Architetto; Direttore del Corso di Perfezionamento in ingegneria nucleare - *Rappresentante dei Professori*.

✓
SARTORI prof. dott. ing. RINALDO, Direttore dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris »; Vice Presidente generale dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio corrispondente dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; Membro del Comitato Elettrotecnico Italiano - *Rappresentante dei Professori*.

✓
CIRILLI prof. dott. VITTORIO, Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio dell'Istituto Marchigiano di scienze lettere ed arti - *Rappresentante dei Professori*.

Casa ✓
VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, Membro corrispondente della Deputazione di Storia Patria di Torino; Membro corrispondente dell'Accademia dei Virtuosi al Pantheon di Roma; Membro corrispondente fra gli Accademici del Disegno di Firenze; Membro corrispondente dell'Accademia Pontificia di Roma; Membro corrispondente del Deutschen Archaeologischen Instituts di Berlino; Membro corrispondente della Société Nationale des Antiquaires de France di Parigi - *Rappresentante dei Professori*.

✓ X BROSSA prof. dott. ing. GIANDOMENICO - *Rappresentante della Provincia.*

✓ ind. JARRE prof. dott. ing. GIOVANNI, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino - *Rappresentante del Comune.*

✓ X CATELLA dott. ing. MARIO, comm. ✕, cav. * - *Rappresentante della Camera di Commercio, Industria e Agricoltura.*

✓ X CARRARA dott. ing. ENRICO, † - *Rappresentante della Cassa di Risparmio di Torino.*

✓ X RICHIERI dott. ing. LUIGI, comm. ‡ - *Rappresentante dell'Istituto di San Paolo di Torino.*

✓ DALL'ARMI dott. EUGENIO, predetto - *Segretario.*

CONSIGLIO DELL'OPERA UNIVERSITARIA

Biennio 1965-66, 1966-67

CAPETTI prof. dott. ing. ANTONIO, Rettore, predetto. - *Presidente.*

CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, predetto. - *Professore rappresentante del Consiglio d'Amministrazione.*

VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, predetto. - *Rappresentante ufficiale nominato dal Consiglio d'Amministrazione.*

MORFINO GIUSEPPE, RUSPINO PIER ELIO, BRUCATO GIUSEPPE - *Rappresentanti degli studenti.*

DALL'ARMI dott. EUGENIO, predetto. - *Segretario.*

UFFICI AMMINISTRATIVI

Direzione Amministrativa

DALL'ARMI dott. EUGENIO, predetto - *Direttore Amministrativo di 1ª cl.*

Ufficio Affari Generali e del Personale

LANFRANCHI dott. LUIGI, ✕, ⊗, - *Direttore di Sezione - Capo Ufficio.*

GERMANO MATILDE, nata TABUCCHI - *Segretario.*

PANICHELLI ENNIO - *Vice Segretario.*

GRAZIANO LUIGI - *Archivista.*
ETERNO GRAZIA, nata BERGAMASCO - *Applicata.*
DI BENEDETTO RAFFAELE - *Applicato aggiunto.*
PARIS LUCIA, nata MALETTO - *Avventizia statale di 3^a categoria,
distaccata presso la delegazione regionale della Corte dei Conti.*
GRASSI rag. ANTONIO - *Avventizio straordinario di 2^a categoria.*
FERRERO GIANFRANCO - *Avventizio straordinario di 3^a categoria.*

Uffici Segreteria Generale Studenti, Assistenza ed Esami Stato

BOUVET dott. BICE - *Direttore di Sezione - Capo Ufficio.*
GIANOGLIO LUIGI, \otimes , \star^2 - *Primo Archivista, addetto al biennio
propedeutico e alla Facoltà di Architettura.*
LOMBARDI MARIA, nata CARRINO - *Avventizia statale di 3^a cate-
goria.*
DE PASQUALE FRANCESCO - *Avventizio statale di 3^a categoria.*
ROZZO OLGA - *Avventizia statale di 3^a categoria.*
MADARO GEMMA - *Avventizia statale di 3^a categoria.*
MOSSA rag. MARIO - *Avventizio straordinario di 2^a categoria.*
D'ARIA VINCENZA - *Avventizia straordinaria di 3^a categoria.*
CAPODIFERRO ADA - *Avventizia straordinaria di 3^a categoria.*
VACCA ANTONIETTA - *Avventizia straordinaria di 3^a categoria.*

Ufficio Archivio e protocollo

MAROCCO cav. \ddagger CLEMENTINA - *Archivista Capo - Capo Ufficio.*
BERGANTIN MARIA ANTONIETTA, nata CASTELLI - *Applicato.*

Ufficio Ragioneria

COMOGLIO rag. CARLO - *Ragioniere - Capo Ufficio.*
COMOTTO rag. ANNA MARIA - *Ragioniere aggiunto.*
GRASSI ELENA, nata MARE - *Avventizia statale di 2^a categoria.*

NOTARIO CATERINA, nata BERTORA - *Avventizia statale di 3^a categoria.*

TURATO LUCIANO - *Avventizio statale di 3^a categoria.*

BAUDINO MARCO - *Avventizio straordinario di 3^a categoria.*

MASTROPASQUA MAURO - *Avventizio straordinario di 3^a categoria.*

TOURN rag. SILVIO - *Avventizio straordinario di 3^a categoria.*

GOBELLO LIVIO - *Ausiliario di ruolo addetto a svolgere mansioni di applicato.*

Ufficio Economato

SCANAVINO cav. ♣ FELICITA - *Archivista Capo - Economo - Capo Ufficio.*

ROTTA LORIA ADA, nata VERCELLIO - *Applicata.*

MARGIARIA rag. ANGELO - *Avventizio statale di 2^a categoria.*

DURANDO rag. MAURO - *Avventizio statale di 3^a categoria.*

BRICCA DINO - *Avventizio straordinario di 3^a categoria.*

Personale amministrativo distaccato presso gli Istituti

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

BORIOLI MARIA - *Archivista addetta all'Istituto di Scienza delle Costruzioni.*

SAMBROTTO LIDIA - *Archivista addetta all'Istituto di Tecnica delle Costruzioni.*

TOMATIS ROSANNA, nata GALLO - *Archivista addetta all'Istituto di Chimica Generale e Applicata e di Metallurgia.*

VADACCHINO ANNA, nata CHIABAI - *Archivista addetta all'Istituto di Chimica Industriale.*

DAPRÀ MARIA - *Applicata addetta all'Istituto di Idraulica.*

FONTANA CARLA - *Applicata addetta all'Istituto di Arte Mineraria.*

POZZATO GIOVANNA, nata CAMERLO - *Applicata addetta all'Istituto di Scienza delle Costruzioni.*

MONTERSINO OLGA - *Avventizia statale di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

BERGO GIANNA - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'*Ufficio del Preside*.

GARAVELLI MIRELLA - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Progetto di aeromobili*.

GIRAUDO ELENA - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Costruzione di Macchine*.

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

GAMBA GIUSEPPE - *Avventizio statale di 2ª categoria* addetto all'Istituto di *Chimica Generale e Applicata*.

ACTIS ANNA PIERA - *Avventizia statale di 3ª categoria* addetta all'Istituto di *Composizione architettonica*.

BELLIARDO ANNA MARIA, nata ROIONE - *Avventizia straordinaria di 3ª categoria* addetta all'*Ufficio del Preside*.

Personale amministrativo di 3ª categoria direttamente assunto dagli Istituti

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

AGLIETTI ANNA, addetta all'*Istituto Matematico*.

ANGELINO MARIA TERESA, nata PAGANO, addetta all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.

BARBÈRO BRUNA, nata PAGLIANO, addetta all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

BELLARTE ENZA, addetta all'Istituto di *Architettura tecnica*.

BERRUTI GIANCARLO, addetto all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

BONINFORTI CARLA, addetta all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

CALVO LUCIANA, addetta all'Istituto di *Chimica industriale ed alla Biblioteca*.

CANUTI ALIDA, addetta all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.

CASALEGNO FERNANDA, nata RAMASSOTTO, addetta all'Istituto di *Fisica sperimentale*.

FABARO ROSA, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

FAGGIANINI GABRIELLA, addetta all'Istituto di *Topografia*.

GIVA MAGNETTI DOMENICA, nata PONZETTO, addetta all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

ICARDI OLGA, addetta al *Corso di Perfez. in Ingegneria nucleare*.

LUCCI LAURA, nata ALTEA, addetta all'Istituto della *Motorizzazione*.

MAGNONE LUCIANO, addetto al *Corso Perfezionamento Ingegneria Nucleare*.

MANTOVANI PAOLA, addetta al *Centro Studi ed Applicazioni di Organizzazione Aziendale*.

PANICHI ADRIANA, nata CAVALLO, addetta all'Istituto di *Mineralogia, Geologia e Giacimenti minerari*.

PRATO EMILIA ADELE, ved. GALLI, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

RASTELLI MARIA ROSA, addetta all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

REANO PIER PAOLA, nata COSTA, addetta all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

ROSSOTTO MARIA TERESA, nata MUNER, addetta all'Istituto di *Elettronica e Telecomunicazioni*.

SAMMARCO MARISA, nata MARTIN, addetta all'Istituto di *Tecnologia meccanica*.

TASSONE ROBERTO, addetto all'Istituto di *Meccanica Applicata Aerodinamica e Gasdinamica*.

TORELLO GRAZIA, addetta all'Istituto di *Meccanica Razionale*.

TOSCO SILVIA, addetta all'Istituto di *Meccanica Applicata, Aerodinamica e Gasdinamica*.

ZORZI TINA, addetta all'Istituto di *Arte mineraria*.

ZUMPARO GIUSEPPINA, nata MONTANTI, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

- CHA SILVIA, addetta all'Istituto di *Caratteri distributivi degli edifici*.
CHISSOTTI LUISA, addetta all'Istituto di *Elementi costruttivi*.
MOCCHIA CRISTINA, addetta all'Istituto di *Programmazione territoriale e Progettazioni*.
SACCO PAOLA, nata VIROLI, addetta all'Istituto di *Storia dell'Architettura*.
STRUMIA ROSALBA, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

BIBLIOTECA CENTRALE

- TRIVERO dott. ing. GIACOMO - *Bibliotecario straordinario*.
DI BIASE GUIDO - *Avventizio statale di 3ª categoria*.
GIANSANTE SALVATORE - *Avventizio straordinario di 2ª categoria*.
CURTO GIOVANNI, ■, ✱ - *Ausiliario di ruolo con mansioni di applicato*.
BEVILACQUA MICHELE - *Bidello di 1ª classe*.
MAURO VITTORIO - *Subalterno avventizio statale*.
PIRRO VITTORIO - *Subalterno straordinario*.
USALLA ANTONIO - *Subalterno straordinario*.
RUFFINENGO MAGGIORINA - *Straordinaria di 4ª categoria*.

Ufficio Tecnico

- TARCHETTI dott. ing. GIOVANNI - *Capo ufficio*.
AMICO di MEANE geom. ELISA - *Tecnico coadiutore incaricato*.
MARANGONI per. ind. ITALO - *Tecnico coadiutore incaricato (adetto alla centrale elettrica)*.
MININA geom. PRIMITIVO - *Tecnico coadiutore incaricato*.
DE PAOLI SERGIO - *Tecnico di 3ª classe*.
COALOVA STEFANO - *Bidello di 3ª classe*.
MARCHIS ARMANDO - *Bidello di 3ª classe*.

BECCATO GIUSEPPE - *Subalterno straordinario.*

BERTOLINA SILVANO - *Subalterno straordinario.*

BERRUTO DOMENICO - *Subalterno straordinario.*

VOGLINO CARLO - *Subalterno straordinario.*

OFFICINA MECCANICA CENTRALE

CAMPANARO dott. ing. PIETRO - *Incaricato della direzione.*

CENTRALINO TELEFONICO

SALVO CESARE - *Applicato.*

PERSONALE SUBALTERNO ADDETTO AI SERVIZI GENERALI

Subalterni di Ruolo

LANDRA LEANDRO, Ⓜ, ✱, Ⓜ, Ⓜ - *Bidello Capo.*

FERRO EMANUELE - *Bidello Capo.*

PERNIOLA GIUSEPPE - *Bidello Capo.*

TOSCO GIOVANNI - *Bidello Capo.*

FIGURELLO GIACOMO, Ⓜ - *Bidello di 1ª classe.*

BERTOLDO GIUSEPPE - *Bidello di 3ª classe.*

BONO BRUNO - *Bidello di 3ª classe.*

CERETTO CASTIGLIANO ORESTE - *Bidello di 3ª classe.*

COLOMBARDO FRANCA, nata DI NARDO - *Bidello di 3ª classe.*

COSTA BATTISTA - *Bidello di 3ª classe.*

GIACOMELLI PIERINO - *Bidello di 3ª classe.*

Subalterni Avventizi statali

CHIORINO VITTORIO ✱

LIETO ITALO

Subalterni straordinari

AIMONE SECAT DOMENICO

BOSSETTO DOMENICO

CORSINI ANTONIO

CORVAGLIA LUIGI

DI LORENZO VITO

DI VASTO GIUSEPPE

FISSORE VIRGILIO

GALLETTI ANGELO

MICHELIS GIOVANNI

MUNERATO CARLO

PUTZU GIUSEPPE

TREVISAN BRUNO

Ufficio di Tesoreria

CASSA DI RISPARMIO - Via XX Settembre, 31.

Facoltà di Ingegneria - Ruolo di anzianità

Ministero di Pubblica Istruzione - Ufficio di Anzianità del Ministero delle P. I.

FACOLTÀ DI INGEGNERIA		E SCUOLA DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE	
Ruolo di anzianità professori - Insegnanti - Liberi Docenti			
Aiuti - Assistenti - Personale tecnico e ausiliario			
1	Dante Ferraro	31 aprile 1905	16.05.1926
2	Gianni Pizzetti	9 giugno 1910	17.10.1943
3	Giuseppe Pizzetti	17 luglio 1911	21.05.1943
4	Giuseppe Ferraro	10 marzo 1904	10.05.1943
5	Carlo Antonio	4 giugno 1904	24.05.1943
6	Renzo Moro	21 gennaio 1900	18.05.1943
7	Gianni Vignolo	7 agosto 1910	15.05.1943
8	Giuseppe Ferraro	11 luglio 1914	15.05.1943
9	Giuseppe Ferraro	25 gennaio 1909	17.05.1943
10	Saverio Ferraro	2 luglio 1909	17.05.1943
11	Stefano Ferraro	27 luglio 1910	17.05.1943
12	Luigi Giuseppe	13.05.1912	17.05.1943
13	Luigi Ferraro	7 giugno 1907	17.05.1943
14	Luigi Ferraro	21 marzo 1907	17.05.1943
15	Luigi Ferraro	25 giugno 1910	17.05.1943
16	Carlo Ferraro	1 agosto 1910	17.05.1943
17	Giuseppe Ferraro	16.05.1907	17.05.1943
18	Renzo Moro	11.05.1900	17.05.1943
19	Renzo Moro	21 agosto 1904	17.05.1943
20	Armando Moro	4 aprile 1905	17.05.1943
21	Renzo Moro	7 gennaio 1904	17.05.1943
22	Renzo Moro	30 luglio 1907	17.05.1943
23	Renzo Moro	30 giugno 1907	17.05.1943
Professori associati			
24	Giuseppe Ferraro	1 gennaio 1907	17.05.1943
25	Renzo Moro	7.05.1900	17.05.1943
26	Renzo Moro	11.05.1900	17.05.1943
27	Renzo Moro	27.05.1900	17.05.1943

Facoltà di Ingegneria. - Ruolo di anzianità.

(Situazione al 1-2-1967 come da Ruoli di Anzianità del Ministero della P. I.).

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coeff.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
Professori ordinari.					
F.R.	Capetti Antonio . .	15 maggio 1895	1° febr. 1925	1° febr. 1928	1040
1	Ferrari Carlo . . .	1° giugno 1903	1° dic. 1932	1° dic. 1935	»
F.R.	Cavinato Antonio . .	2 febr. 1895	1° dic. 1935	1° dic. 1938	»
2	Denina Ernesto . . .	23 febr. 1900	16 dic. 1936	16 dic. 1939	»
3	Donato Letterio . . .	27 aprile 1901	16 dic. 1936	16 dic. 1939	»
4	Cicala Placido . . .	9 giugno 1910	1° dic. 1942	1° dic. 1945	»
5	Buzano Pietro . . .	14 luglio 1911	1° dic. 1942	1° dic. 1945	»
6	Codegone Cesare . .	16 marzo 1904	1° nov. 1947	1° nov. 1950	»
7	Carrer Antonio . . .	4 giugno 1904	31 marzo 1948	31 marzo 1951	»
8	Boella Mario	31 gennaio 1905	1° dic. 1948	1° dic. 1951	»
9	Cirilli Vittorio . . .	8 agosto 1910	16 febr. 1949	16 febr. 1952	»
10	Giovanozzi Renato	21 luglio 1911	28 febr. 1949	28 febr. 1952	»
11	Rigamonti Rolando	15 gennaio 1909	1° dic. 1948	1° dic. 1952	»
12	Sartori Rinaldo . . .	2 febr. 1909	1° nov. 1950	1° nov. 1953	»
13	Stragiotti Lelio . . .	29 luglio 1916	1° febr. 1951	1° febr. 1954	»
14	Lovera Giuseppe . . .	13 nov. 1912	1° nov. 1951	1° nov. 1954	»
15	Oberti Guido	3 giugno 1907	1° febr. 1955	1° febr. 1958	1040
F.R.	Zignoli Vittorino . .	21 marzo 1893	10 marzo 1956	10 marzo 1959	970
16	Longo Carmelo . . .	26 giugno 1912	10 marzo 1956	10 marzo 1959	»
17	Cavallari Murat Augusto	3 agosto 1911	1° genn. 1959	1° genn. 1962	800
18	Marenesi Lorenzo . .	16 dic. 1923	1° genn. 1959	1° genn. 1962	»
19	Nocilla Silvio	15 sett. 1925	15 dic. 1960	15 dic. 1963	»
20	Egidi Claudio	13 agosto 1914	1° febr. 1962	1° febr. 1965	»
21	Arneodo Carlo Amedeo	6 aprile 1926	16 nov. 1962	16 nov. 1965	»
22	Burdese Aurelio . . .	3 gennaio 1924	1° febr. 1963	1° febr. 1966	»
23	Zito Giacinto	30 luglio 1923	1° febr. 1964	1° febr. 1967	700
24	Brisi Cesare	28 giugno 1925	1° febr. 1964	1° febr. 1967	»
Professori straordinari.					
25	Piglione Luigi	17 marzo 1923	1° dic. 1964	_____	580
26	Romiti Ario	9 agosto 1928	15 dic. 1964	_____	»
27	Roux Delfina	13 ottobre 1927	1° febr. 1965	_____	»
28	Micheletti Gianfederico	29 nov. 1922	1° nov. 1965	_____	»

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coeff.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
29	Occella Enea . . .	18 maggio 1928	1° nov. 1965	_____	580
30	Fava Franco . . .	26 gennaio 1922	1° nov. 1965	_____	»
31	Soldi Mario	4 luglio 1915	15 dic. 1965	_____	»
32	Pratelli Aldo . . .	15 gennaio 1916	1° genn. 1966	_____	»
33	Inghilleri Giuseppe	30 ottobre 1924	1° genn. 1966	_____	»
34	Pezzoli Giannantonio . . .	7 ottobre 1927	1° genn. 1966	_____	»
35	Demichelis Francesca	26 aprile 1921	1° febr. 1966	_____	»

Scuola di Ingegneria Aerospaziale. - Ruolo di anzianità.

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coeff.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
Professori ordinari.					
1	Gabrielli Giuseppe .	26 febr. 1903	1° nov. 1949	1° nov. 1952	1040
2	Jarre Giovanni . .	20 sett. 1924	1° nov. 1958	1° nov. 1961	970
3	Filippi Federico . .	23 sett. 1931	15 dic. 1961	15 dic. 1964	700
Professori straordinari.					
4	Muggia Aldo . . .	6 agosto 1925	1° febr. 1967	_____	580

INSEGNANTI

RIGAMONTI dott. ing. ROLANDO, predetto, *Presidente*. Bureau

Professori ordinari (in ordine d'anzianità)

✓ CAPETTI dott. ing. ANTONIO, predetto, fuori ruolo, già ordinario di *Macchine*; Direttore della *Scuola di Ingegneria Aerospaziale*. No

✓ FERRARI dott. ing. CARLO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola; Vice Presidente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Socio nazionale dell'Accademia dei Lincei; Socio corrispondente dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; Membro della «International Academy of Astronautics»; di *Meccanica applicata alle macchine*. (1^a catt.)

✓ CAVINATO dott. Antonio, medaglia d'oro di benemerito della Scuola, fuori ruolo, già ordinario di *Giacimenti minerali*. No

✓ DENINA dott. ing. ERNESTO, medaglia d'oro di benemerito della Scuola; Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Presidente del Sottocomitato 21-35 (Accumulatori e Pile) del C.E.I.; Presidente della Commissione Accumulatori dell'U.N.E.L.; di *Elettrochimica*.

✓ DONATO dott. ing. LETTERIO, di *Scienza delle Costruzioni*. (2^a catt.)

✓ CICALA dott. ing. PLACIDO, predetto, di *Scienza delle costruzioni*. (1^a catt.)

✓ BUZANO dott. PIETRO, comm. $\frac{3}{4}$; Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; Membro effettivo del Centro Studi Metodologici; Segretario della Commissione Italiana per l'insegnamento matematico; Membro del Consiglio Direttivo dell'Associazione Italiana per il Calcolo Automatico; Vice Presidente della Sezione Piemontese «Mathesis»; di *Analisi matematica*.

✓ CODEGONE dott. ing. CESARE, predetto, di *Fisica tecnica*. (1^a catt.)

✓ BOELLA dott. ing. MARIO, Membro del C.E.I.; Vice Presidente dell'Unione Radioscientifica Internazionale (U.R.S.I.) e Presidente del Comitato Nazionale; Relatore nazionale e vice-relatore principale per la Commissione 7^a del C.C.I.R.; Membro del Comité

special pour l'année Géophysique internationale e del Comitato Nazionale; Socio nazionale dell'Accademia delle Scienze di Torino; di *Campi elettromagnetici e circuiti*.

✓ CIRILLI dott. VITTORIO, predetto, di *Chimica applicata*. (1° coll.)

✓ GIOVANNOZZI dott. ing. RENATO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; di *Costruzione di macchine*.

✓ CARRER dott. ing. ANTONIO, dottore in Matematica; premio «Jona» dell'Associazione Elettrotecnica Italiana per il biennio 1939-40; Presidente della Sezione di Torino dell'Associazione Elettrotecnica Italiana per il triennio 1953-55; Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Consigliere della Scuola Pratica di Elettrotecnica «Alessandro Volta» di Torino; Presidente del Sottocomitato n. 26 «Saldature» del C.E.I.; Presidente per il C.E.I. della Commissione mista U.N.I.-C.E.I. delle «Macchine elettriche per saldatura» e delle relative Sottocommissioni n. 1 e 2; Presidente del Comitato n. XIII «Saldatura elettrica a resistenza» dell'Istituto Italiano della Saldatura; Membro della «Sub Commission for testing and measurement of Arc-Welding equipment» dell'International Institute of Welding; Direttore di ricerca nell'Istituto Elettrotecnico Nazionale «Galileo Ferraris»; Presidente della Commissione Correnti Vaganti di Torino; di *Macchine elettriche*.

✓ GABRIELLI dott. ing. GIUSEPPE, medaglia d'oro di benemerito della Scuola; di *Progetto di Aeromobili* (Scuola Ingegneria Aerospaziale).

✓ RIGAMONTI dott. ing. ROLANDO, predetto, di *Chimica industriale*.

✓ SARTORI dott. ing. RINALDO, predetto, di *Elettrotecnica I*.

✓ LOVERA dott. GIUSEPPE, Socio effettivo dell'Accademia Nazionale di Scienze Lettere e Arti di Modena; Membro del Consiglio del Comitato Glaciologico Italiano del C.N.R.; Membro del Consiglio Direttivo della Società Italiana di Geofisica e Meteorologia; di *Fisica*. (1° coll.)

✓ STRAGIOTTI dott. ing. LELIO, Membro del Comitato Nazionale per le «Scienze Geologiche e Minerarie» del C.N.R. (quadriennio 1964-1967); Membro del Comitato Nazionale per le «Ricerche Tecnologiche» del C.N.R. (quadriennio 1964-1967); Membro della Commissione di studio per la «Oceanografia e la Limnologia» del C.N.R.; Rappresentante C.N.R. nel Consiglio Superiore delle Miniere del Ministero dell'Industria Commercio e Artigianato (triennio 1967-70); Membro della Commissione studio incaricata di sovrintendere all'attività del C.N.R. per i «Rapporti Internazionali»; Membro del Consiglio direttivo del Programma speciale del C.N.R. per le «Risorse Marine e del Fondo del mare»; Vice Presi-

dente del Gruppo Nazionale di ricerca per i « Problemi Minerari » del C.N.R.; Membro dell'American Institute of Mining and Metallurgical Engineers (New York); Presidente dell'Associazione Mineraria Subalpina (Torino); Rappresentante Italiano nel Comitato Internazionale permanente per l'Organizzazione dei Congressi Internazionali Minerari; Esperto Italiano presso l'Organo permanente per la sicurezza nelle miniere di carbone, della Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio; di *Arte mineraria*.

✓ OBERTI dott. ing. GUIDO, dottore in Scienze Matematiche Applicate; Membro del Comitato Nazionale Grandi Dighe; Membro ordinario dell'American Society Civil Engineers (A.S.C.E.) e della Society for Experimental Stress Analysis; Presidente Sottocomitato « Strutture Prefabbricate » nell'A.I.P.C. (Association Internationale Ponts et Charpentes); Presidente Sottocomitato « Misure sulle Dighe » nel Comitato Internazionale Grandi Dighe (International Commission on large Dams); Membro Commissione Cemento Armato Precompresso del C.N.R.; di *Tecnica delle costruzioni*.

✗ ZIGNOLI dott. ing. VITTORINO, \odot , \otimes , \oplus ; ufficiale della Legion d'onore; Membro per l'Italia del Collegio degli Esperti del Bureau International du Travail di Ginevra; Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Consigliere onorario della C.I.O.S.; Membro dell'Accademia Internazionale della Organizzazione Scientifica di Ginevra; Accademico del C.I.O.S.; Presidente dell'Università Popolare; Membro dell'Accademia Internazionale di Ginevra; Socio della Società Econometrica di Jale; fuori ruolo, già ordinario di *Tecnica ed economia dei trasporti*.

a u/polo
dal 10.11.68

✗ LONGO dott. CARMELO, di *Geometria*.

(1^a catted.) trasferito dal 10.11.68
a Univ. Torino

✓ JARRE dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Gasdinamica* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

✓ CAVALLARI MURAT dott. ing. AUGUSTO, cav. \otimes ; Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Direttore della rivista « Atti e rassegna tecnica » della Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino; Membro corrispondente nazionale della Deputazione Subalpina di Storia Patria; Presidente della Commissione Edilizia dell'Ente di Unificazione Italiano (U.N.I.); di *Architettura tecnica I*.

✓ MARENESI dott. ing. LORENZO, Membro del C.E.I., Membro del Consiglio Direttivo dell'Istituto Termometrico Nazionale del C.N.R.; Consigliere della Sezione di Torino dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; di *Elettrotecnica*.

✗ NOCILLA dott. SILVIO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; di *Meccanica razionale* (1^a cattedra).

✓ FILIPPI dott. ing. FEDERICO, Membro del Combustion Institute (Sezione Italiana); Associate Fellow A.I.A.A.; Segretario nazionale I.S.T.V.S.; di *Motori per aeromobili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

8 EGIDI dott. ing. CLAUDIO, Membro del C.E.I.; Relatore Nazionale per la Commissione 2^a del C.C.I.R.; Official Member dell'Unione Radioscientifica Internazionale e Membro della Commissione Radioscientifica Italiana; Membro dell'Institute of Radio Engineers Americano; di *Misure elettriche (Corso di Perfezion. in Elettrotecnica)*.

✓ ARNEODO dott. ing. CARLO AMEDEO, Membro del Comitato Nazionale n. 1 dell'Associazione Termotecnica Italiana per la Trasmissione del Calore; Membro del Comitato Nazionale n. 13 dell'Associazione Termotecnica Italiana per gli Impianti nucleari; di *Impianti nucleari*.

✓ BURDESE dott. AURELIO, Membro del Consiglio direttivo dell'Ordine Interprovinciale dei Chimici del Piemonte; di *Siderurgia*.

✓ ZITO dott. ing. GIACINTO, Membro del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.) e de l'Union Radiotechnique Scientifique Internationale (U.R.S.I.); di *Elettronica applicata*.

✓ BRISI dott. CESARE, di *Chimica applicata* (2^a cattedra).

segue professori ordinari :

Piglione ing. Luigi, di Controlli automatici, dal 1° 12.1967

Romiti ing. Ario, di Meccanica applicata alle macchine (2^a cat.)
dal 15.12.1967

Malvano ing. Renato, di Fisica atomica, trasferito da Univ. G. S.
dal 1° 11.1968

Professori straordinari

Micheletti ing. Gian Federico, di Tecnologia meccanica

Occella Enea, di preparazione dei minerali

Fava dott. Franco, di Geometria (2^a catt.)

Soldi ing. Mario, di Teoria delle reti elettriche

Inghilleri ing. Giuseppe, di Topografia

Pezzoli ing. Giannantonio, di Idraulica

Demichelis dott. Francesca, di Fisica (2^a catt.) dal 1° 11.1967
(prima a Misure nucleari)

Muggia ing. Aldo, di Aerodinamica (Scuola Aerospaziale)

Gianetto ing. Agostino, di Principi di ingegneria chimica, dal 1° 11.1967

Calderale ing. Pasquale, di Costruzione di macchine e tecnologie,
dal 16.1.1968

Ferro ing. Vincenzo, di Fisica tecnica (2^a catt.), dal 1° 11.1968

Geymonat dott. Giuseppe, di Analisi matematica (2^a catt.) dal 1° 11.1968

Bonavoglia ing. Luigi, di Trasmissione telefonica, dal 1° 11.1968

RUOLO DEI PROFESSORI AGGREGATI

Prof. Carlo MORTARINO di Meccanica dei fluidi sperimentale
dal 1° novembre 1969

Prof. Matteo ANDRIANO, di "Macchine" (3° corso)
dal 1° novembre 1969

Prof. Bruno ASTORI, di "Topografia"
dal 1° novembre 1969

ANDRIANO prof. dott. ing. MATTEO, di *Macchine* (per elettrotecnici, chimici e minerari).

ANTONA dott. ing. ETTORE, di *Strutture aeromissilistiche* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

ANTONELLI dott. ing. ENRICO, di *Macchine II*.

ARNEODO prof. dott. ing. CARLO AMEDEO, predetto, di *Trasmisione del calore*.

BALDINI prof. dott. ing. GIOVANNI, di *Tecnica dei giacimenti di idrocarburi*.

- BIEY dott. ing. DOMENICO, di *Elettronica applicata* (per elettrotecnici).
- BOELLA prof. dott. ing. MARIO, predetto, di *Comunicazioni elettriche* (per elettronici).
- BONGIOVANNI dott. ing. GUIDO, di *Disegno meccanico* (Corso B).
- BRAY prof. dott. ing. ANTHOS, di *Metrologia generale e misure meccaniche*.
- BRISI prof. dott. CESARE, predetto, di *Chimica* (Corso B).
- BURDESE prof. dott. AURELIO, predetto, di *Metallurgia e metallografia*.
- BUSSI dott. ing. GIUSEPPE, di *Macchine* (per aeronautici).
- CALDERALE prof. dott. ing. PASQUALE, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.
- CAPELLO dott. ing. FRANCO, di *Telefonia*.
- CAPRA prof. dott. VINCENZO, di *Analisi matematica I* (Corso A).
- CARRER prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Elettrotecnica II*.
- CASTIGLIA prof. dott. ing. CESARE, Presidente V Gruppo O.C.S.E. Ricerca scientifica sulla sicurezza stradale; di *Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti*.
- CAVALLARI MURAT prof. dott. ing. AUGUSTO, predetto, di *Architettura e composizione architettonica* e di *Architettura tecnica II*.
- CHARRIER prof. dott. GIOVANNI, Socio ordinario della Società Paleontologica Italiana e della Società Botanica Italiana; Socio dell'I.N.Q.U.A. (Soc. Internaz. per lo studio del quaternario); Socio della Società Geologica Italiana; Membro della International for Plant Taxonomy (I.A.P.T.) e della International Organization of Paleobotany (I.O.P.); di *Geologia*.
- CIAMPOLINI prof. dott. ing. GIULIO, Membro A.G.A.R.D. (Advisory Group for Aeronautical Research and Development NATO); Vice Presidente sezione di Torino A.I.D.A.; di *Sperimentazione di volo* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- CICALA prof. dott. ing. PLACIDO, predetto, di *Costruzioni aeronautiche II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- CIRILLI prof. dott. VITTORIO, predetto, di *Chimica* (Corso A).
- CIUFFI dott. ing. RENZO, di *Costruzione di motori per aeromobili* (per aeronautici) e di *Costruzione di motori per aeromobili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

- CODEGONE prof. dott. ing. CESARE, predetto, di *Impianti speciali termici* (per meccanici).
- COFFANO dott. ing. ANTONIO, di *Applicazioni elettromeccaniche*.
- COLOMBO dott. ing. BASSANO, Membro dei Sottocomitati C.E.I., «Grossa Apparecchiatura», «Impianti di bordo», «Fusibili»; di *Impianti elettrici I*.
- CUNIBERTI dott. ing. ROBERTO, Funzionario scientifico della Comunità Europea dell'Energia atomica; di *Reattori nucleari*.
- DEMICHELIS prof. dott. FRANCESCA, predetta, di *Fisica II* (Corsi A e B).
- DENINA prof. dott. ing. ERNESTO, predetto, di *Chimica fisica*.
- DONATO prof. dott. ing. LETTERIO, predetto, di *Complementi di Scienza delle costruzioni*.
- EGIDI prof. dott. ing. CLAUDIO, predetto, di *Radiotecnica*.
- ELIA prof. dott. ing. LUIGI, di *Strumenti di bordo* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- FASOLI prof. dott. ing. UGO, di *Impianti chimici*.
- FAVA prof. dott. FRANCO, predetto, di *Geometria II* (Corso B).
- FERRO dott. ing. VINCENZO, di *Misure termiche e regolazioni*.
- FILIPPI prof. dott. ing. FEDERICO, predetto, di *Macchine I* (per meccanici e nucleari) e di *Motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- GABRIELLI prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Progetto di aeromobili* (per aeronautici) e di *Progetto di aeromobili II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- GIANETTO prof. dott. ing. AGOSTINO, di *Principi d'ingegneria chimica*.
- GIOVANNOZZI prof. dott. ing. RENATO, predetto, di *Calcolo e progetto di macchine* (per meccanici e nucleari) e di *Costruzione di motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- GIUFFRIDA TRAMPETTA prof. dott. ing. EMILIO, di *Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*.
- GOFFI prof. dott. ing. LUIGI, di *Tecnica delle costruzioni I*.
- GREGORETTI prof. dott. GIULIO, Membro delle Commissioni C.E.I. 12 e 46; di *Misure elettroniche*.
- GRILLO PASQUARELLI dott. ing. CARLO, di *Dinamica del missile* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

- INGHILLERI prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Topografia*.
- JARRE prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Meccanica applicata alle macchine e macchine* e di *Gasdinamica* (per aeronautici).
- LAUSETTI prof. dott. ing. ATTILIO, di *Aeronautica generale* (per aeronautici) e di *Aeronautica generale* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- LAVAGNINO prof. dott. ing. BRUNO, di *Materiali per l'elettrotecnica*.
- LOCATI prof. dott. ing. LUIGI, Vice-Direttore L.R.C.A.A. Fiat; di *Tecnologie aeronautiche* (per aeronautici) e di *Tecnologie aeronautiche* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- LOVERA prof. dott. GIUSEPPE, predetto, di *Fisica nucleare*.
- LUCCO BORLERA prof. dott. MARIA, di *Tecnologie metallurgiche e di Chimica* (Corso C).
- MAGNANO prof. dott. GIORGIO, di *Mineralogia*.
- MAJA dott. ing. MARIO, di *Tecnologie chimiche speciali*.
- MANCINI dott. ing. RENATO, di *Tecnologie minerarie*.
- MANZONI dott. ing. SILVIO, di *Disegno* (Corsi B e C).
- MARENESI prof. dott. ing. LORENZO, predetto, di *Misure elettriche*.
- MATTEOLI prof. dott. ing. LENO, ✠ , Membro dell'Accademia delle Scienze di Ferrara; Membro onorario corrispondente per l'Italia del Consiglio of metals di Londra; Honorary Corresponding Member of the Council of the Institute of Metals for Italy; di *Tecnologie dei materiali*.
- MATTEUCCI dott. ELIO, di *Analisi dei minerali*.
- MERLINI dott. ing. CESARE, di *Tecnologie nucleari*.
- MICHELETTI prof. dott. ing. GIANFEDERICO, predetto, di *Attrezzature di produzione*.
- MONTE prof. dott. ing. ARMANDO, di *Impianti meccanici*.
- MORELLI prof. dott. ing. ALBERTO, socio A.T.A., di *Costruzioni automobilistiche*.
- MORELLI prof. dott. ing. PIETRO, cav. ✠ ; Membro della Commissione Tecnica Consultiva Permanente per il volo a vela dell'Aero Club d'Italia; Membro del « Sailplane Development Panel » dell'O.S.T.I.V. (Organisation Scientifique et Technique Internationale du Vol à Voile); di *Costruzioni aeronautiche* (per aeronautici) e di *Costruzioni aeronautiche I* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

MORTARINO prof. dott. ing. CARLO, di *Meccanica delle macchine e macchine*.

MUGGIA prof. dott. ing. ALDO, predetto, di *Aerodinamica* (per aeronautici) e di *Gasdinamica II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

NOCILLA prof. dott. SILVIO, predetto, di *Aerodinamica II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

OBERTI prof. dott. ing. GUIDO, predetto, di *Tecnica delle costruzioni II*.

OCCELLA prof. dott. ing. ENEA, predetto, di *Prospezione geomineraria*.

ODONE prof. dott. FILIPPO, libero docente di fisica-matematica nella Università degli Studi di Torino, di *Fisica I* (Corso B).

OLDANO dott. CLAUDIO, di *Fisica atomica*.

OREGLIA prof. dott. arch. MARIO, Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Socio dell'Istituto di Architettura montana; di *Disegno edile*.

ORSONI prof. dott. ing. LUCIANO, Direttore Generale della Società Ricerche Impianti Nucleari (Centro Ricerche Nucleari di Saluggia); Membro dell'American Nuclear Society di New York; Membro della Industrial Atomic Forum di New York; Membro del Comitato Scientifico del CISE - Milano; Membro del Consiglio d'Amministrazione del Forum Atomico Italiano - Roma; Membro del Comitato Nazionale dell'Ass. Naz. Ing. Nucleare - Roma; Membro del Comitato di Redazione della Rivista Energia Nucleare - Milano; Membro del Comitato Scientifico di « Atompraxis » - Karlsruhe; Presidente della Sottocommissione Anidel per la Terminologia Nucleare; Membro della Sottocommissione Anidel per l'ubicazione degli impianti nucleari; Vice-Presidente della Commissione Energia Nucleare dell'UNI; Membro della « Table Ronde de l'énergie nucléaire » del « Conseil des Fédérations Industrielles d'Europe » - Parigi; Membro del Comitato Consultivo dell'Agenzia di Approvvigionamento di EURATOM; Consigliere d'Amministrazione della Società ITALATO; Consigliere di Amministrazione della Società LABEN; Consigliere del Consiglio Generale dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana; di *Fisica del reattore nucleare*.

PANDOLFI dott. ing. MAURIZIO, di *Impianti di motori astronautici* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

PANETTI dott. MAURIZIO, di *Misure chimiche e regolazioni*.

PASQUARELLI dott. ALDO, Socio della Società Italiana di Fisica; di *Fisica I* (Corso C).

- PERETTI prof. dott. ing. LUIGI, Membro e Operatore del Comitato Glaciologico Italiano; Membro delle Commissioni Tecniche per i trafori del Frejus, del Col Ciriegia e del Col della Croce; di *Litologia e geologia applicata*.
- PEROTTI dott. ing. GIOVANNI, Corrispondente del C.I.R.P. (Collège International pour l'Étude scientifique des Techniques de Production Mécanique); di *Disegno Meccanico* (Corso A).
- PEROTTO prof. dott. ing. PIERGIORGIO, Socio A.N.I.P.L.A.; Membro dell'Institution of Electrical and Electronic Engineers (USA) I.E.E.E.; Socio dell'A.N.I.P.L.A. e dell'A.I.C.A.; di *Comandi e regolazioni*.
- PEZZOLI prof. dott. ing. GIANNANTONIO, predetto, di *Costruzioni idrauliche* (per elettrotecnici).
- PREVIALE dott. FLAVIO, di *Analisi matematica I* (Corso B).
- QUAGLIA dott. ing. MARIO, di *Impianti Speciali Idraulici*.
- QUILICO prof. dott. ing. GIUSEPPE, Presidente del Sottocomitato n. 8, 28, 30 del C.E.I.; Membro italiano del Comitato di studio n. 16 della C.I.G.R.E.; Membro del Sottocomitato n. 14 del C.E.I.; Consigliere di redazione della Rivista «L'Elettrotecnica»; di *Impianti elettrici II*.
- QUORI dott. ing. FIORENZO, di *Fisica dei fluidi* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- RATTI dott. ing. GIUSEPPE, Ph. D.; Socio dell'Associazione Mineraria Subalpina; di *Geofisica mineraria*.
- REVIGLIO dott. ing. GIUSEPPE, di *Calcolatrici e logica dei circuiti*.
- RIGAMONTI prof. dott. ing. ROLANDO, predetto, di *Chimica degli impianti nucleari*.
- RIGOTTI prof. dott. ing. GIORGIO, comm. \S ; Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Socio dell'Istituto di Architettura Montana; Membro del Directorio General del Dia mundial del urbanismo (S. Paolo Brasile); Accademico dell'Accademia Tiberina di Roma; di *Urbanistica*.
- ROBOTTI prof. dott. ing. AURELIO, Membro dell'American Rocket Soc.; Membro della British Interplanetary Soc.; di *Tecnica degli endoreattori* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- ROMITI prof. dott. ing. ARIO, predetto, di *Misure fluido-dinamiche* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- ROSSETTI prof. dott. ing. UGO, Membro della Commissione di Ricerca dell'Organizzazione Internazionale Trasporti a Fune; Membro della 13ª Sottocommissione UNI, e della 11ª Commissione UNI-UNIFER; di *Scienza delle costruzioni* (per elettronici).

ROUX prof. dott. DELFINA, predetta, di *Complementi di Matematica*.

RUSSO dott. ing. GUALTIERO, di *Disegno* (Corso A).

RUSSO FRATTASI prof. dott. ing. ALBERTO, Membro effettivo della International University Contact; Membro del Consiglio della Società Ingegneri ed Architetti di Torino; Presidente della Commissione Unificazione Trasporti Interni; di *Tecnica ed economia dei trasporti* e di *Economia e tecnica aziendale*.

SANINI dott. ing. ARISTIDE, di *Geometria I* (Corso B).

SARACCO prof. dott. ing. GIOVANNI BATTISTA, di *Teoria e sviluppo dei processi chimici*.

SARTORI prof. dott. ing. RINALDO, predetto, di *Impianti elettrici*.

SAVINO prof. avv. MANFREDI, di *Estimo ed esercizio della professione*.

STRAGIOTTI prof. dott. ing. LELIO, predetto, di *Impianti minerari*.

TAMBURELLI prof. dott. ing. GIOVANNI, Socio della Associazione Elettrotecnica Italiana, di *Comunicazioni elettriche* (per elettrotecnici).

TANTURRI prof. dott. GIUSEPPE, di *Geometria II* (Corso A).

TETTAMANZI prof. dott. ANGELO, \star^2 , \textcircled{A} , di *Chimica analitica e di Chimica organica*.

TOURNON prof. dott. ing. GIOVANNI, Ordinario di Idraulica Agraria nella Facoltà di Scienze Agrarie della Università degli Studi di Torino; Socio corrispondente dell'Accademia di Agricoltura di Torino; di *Costruzioni Idrauliche* (per civili).

VACCANEO prof. dott. AURELIO, cav. uff. † ; Membro del Consiglio Direttivo dell'Associazione Termotecnica Italiana (A.T.I.); Proviviro del CARR; di *Impianti speciali termici* (per civili).

VALLAURI dott. ing. MAURIZIO, di *Elettronica nucleare*.

VARVELLI dott. ing. RICCARDO, Socio fondatore Associazione Mineraria Subalpina; di *Produzione degli idrocarburi*.

○ VERDUZIO dott. ing. LEONELLO, di *Motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

VILLA dott. ing. GIOVANNI, di *Sistemi di guida e navigazione* (per aeronautici) e di *Sistemi di guida e navigazione* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

ZITO prof. dott. ing. GIACINTO, predetto, di *Tecnica delle iperfrequenze*.

ZUCCHETTI prof. dott. ing. STEFANO, di *Giacimenti minerari*.

Liberi docenti

⊙ *abbattista dott. Fedele, pred., in Esimica applicata (OM 8.11.67)*

✓ ANDRIANO dott. ing. MATTEO, predetto, in *Macchine termiche* (D. M. 20 ottobre 1966).

○ ✓ BALDINI dott. ing. GIOVANNI, predetto, in *Arte mineraria* (D. M. 26 luglio 1965).

✓ BANFI dott. ing. VITTORIO, Membro dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; Membro della Società Astronomica Italiana; Membro della Società « Mathesis »; in *Elettronica applicata* (D. M. 17 agosto 1966).

✓ BERTOLOTTI dott. ing. CARLO, ⚡, in *Tecnica ed economia dei trasporti* (D. M. 31 ottobre 1958 e confermato con D. M. 30 aprile 1964).

✓ Bianco

✓ BRAY dott. ing. ANTHOS, predetto, in *Misure meccaniche* (D. M. 6 agosto 1956 e confermato con D. M. 30 dicembre 1961) e in *Meccanica applicata alle macchine* (D. M. 9 ottobre 1957 e confermato con D. M. 29 gennaio 1963).

✓ BROSSA dott. ing. GIANDOMENICO, predetto, in *Impianti industriali elettrici* (D. M. 8 luglio 1957 e confermato con D. M. 11 dicembre 1962).

✓ BURLANDO dott. ing. FRANCESCO, in *Elettrotecnica* (D. M. 13 febbraio 1952).

Prof. Shaond
16.1.68

~~✓ CALDERALE dott. ing. PASQUALE, predetto, in *Costruzioni di macchine* (D. M. 8 maggio 1965).~~

○ ✓ CALLARI dott. ing. CARLO EMANUELE, in *Scienza delle costruzioni* (D. M. 16 maggio 1966).

✓ CAMOLETTO dott. ing. CARLO, in *Scienza delle costruzioni* (D. M. 23 aprile 1935 e confermato con D. M. 5 maggio 1941).

✓ CANTARELLA dott. ing. GIOVANNI, in *Impianti elettrici* (D. M. 20 maggio 1965).

✓ CAPRA dott. VINCENZO, predetto, in *Calcoli numerici e grafici* (D. M. 9 luglio 1959 e confermato con D. M. 30 ottobre 1964).

✓ CASTIGLIA dott. ing. CESARE, predetto, in *Scienza delle costruzioni* (D. M. 24 marzo 1952 e confermato con D. M. 10 ottobre 1957).

✓ CERRETELLI dott. ing. BERTO, in *Costruzione di macchine elettriche* (D. M. 30 settembre 1958 e confermato con D. M. 20 marzo 1964).

✓ CESARI dott. ing. FRANCO, Membro XIII Sottocomitato del Comitato Termotecnico Italiano; in *Impianti nucleari* (D. M. 20 ottobre 1966).

* Donati dott. ing. Francesco, in *Elettrotecnica*, DM 14.9.1968

- ✓ CHARRIER dott. ing. GIOVANNI, predetto, in *Paleobotanica* (D. M. 18 maggio 1965).
- ✓ CHIODI dott. ing. CARLO, in *Elettrotecnica generale* (D. M. 2 marzo 1931 e confermato con D. M. 12 ottobre 1936).
- ✓ CIAMPOLINI dott. ing. GIULIO, predetto, in *Sperimentazione del volo* (D. M. 6 giugno 1966).
- ✓ CIVALLERI dott. ing. PIER PAOLO, in *Teoria delle reti elettriche* (D. M. 20 maggio 1966).
- ✓ DARDANELLI dott. ing. GIORGIO, in *Tecnologie dei materiali e tecnica delle costruzioni* (D. M. 29 settembre 1949 e confermato con D. M. 21 novembre 1955).
- ✓ DI MAIO dott. FRANCESCO, in *Tecnica ed economia dei trasporti* (D. M. 5 aprile 1952 e confermato con D. M. 4 maggio 1957).
- * ✓ ELIA dott. ing. LUIGI, predetto, in *Aeronautica generale* (D. M. 20 ottobre 1942 e confermato con D. M. 21 agosto 1948).
Di Russo dott. Ettore, in metallurgia e metallografia (DM 30.11.1967)
- ~~FARINELLI dott. ing. UGO, in *Fisica nucleare* (D. M. 30 settembre 1959 e confermato con D. M. 30 gennaio 1965).~~ *trasferito*
- ✓ FASOLI dott. ing. UGO, predetto, in *Impianti chimici* (D. M. 20 maggio 1965).
*Ferro Vincenzo, in *Fisica tecnica* DM 25.10.1967 prof. uolo*
- ✓ FERRO MILONE dott. ing. ANDREA, in *Scienza dei metalli* (D. M. 30 settembre 1958 e confermato con D. M. 16 gennaio 1964).
- ✓ FIORIO BELLETTI dott. ing. GIOVANNI, Socio dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; in *Elettrotecnica* (D. M. 13 giugno 1964).
- ✓ GALLO dott. SERGIO, in *Chimica applicata* (D. M. 31 ottobre 1966).
- ✓ GIACHINO dott. ing. GIOVANNI, Membro C.E.I., Comitato 47 e 13/38; in *Elettronica applicata* (D. M. 13 giugno 1964).
- ~~GIANETTO dott. ing. AGOSTINO, predetto, in *Impianti industriali chimici* (D. M. 28 agosto 1961 e confermato con D. M. 12 novembre 1966).~~ *Shard. dal 19.11.67*
- ✓ GIGLI dott. ing. ANTONIO, in *Acustica* (D. M. 29 maggio 1942 e confermato con D. M. 19 aprile 1949).
- ✓ GIUFFRIDA TRAMPETTA dott. ing. EMILIO, predetto, in *Elettrotecnica* (D. M. 16 maggio 1966).
- ✓ GOFFI dott. ing. LUIGI, predetto, in *Tecnica delle costruzioni* (D. M. 20-5-1965).
- ✓ GREGORETTI dott. GIULIO, predetto, in *Radiotecnica* (D. M. 5 aprile 1952 e confermato con D. M. 4 maggio 1957).

✓ Guarnieri ing. Giuseppe, pred. in *Tecnica delle combustioni*,
D.M. 18.11.1967

✓ GUALANDI dott. DANTE, in *Metallurgia e metallografia* (D. M. 15 luglio 1961 e confermato con D. M. 23 gennaio 1967).

✓ GUZZONI dott. GASTONE, comm. ⚔, in *Metallurgia e metallografia*; Ramway Fellow; membro dell'A.I.M.; member Iron Steel Institut (A.S.M.-V.D.E.) (D. M. 20 maggio 1938 e confermato con D. M. 19 giugno 1944).

✓ LAUSETTI dott. ing. ATTILIO, predetto, in *Aeronautica generale* (D. M. 20 ottobre 1966).

✓ LAVAGNINO dott. ing. BRUNO, predetto, in *Misure elettriche* (D. M. 3 gennaio 1955 e confermato con D. M. 27 aprile 1960).

✓ LERINI ing. Raffaello, in *Tecnologia meccanica*, D.M. 2.9.68
✓ LOCATI dott. ing. LUIGI, predetto, in *Tecnologie generali* (D. M. 17 marzo 1955 e confermato con D. M. 8 giugno 1960).

✓ LOMBARDI dott. ing. PAOLO, uff. ⚔, ⚔, ○, ✖, ✖, ⊕, ⊖;
Vice Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano e Membro dei Sottocomitati «Nomenclatura, grandezze e unità, simboli letterali» e «Segni grafici» del Comitato stesso; Ex presidente della sezione di Torino dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; Condirettore dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale «G. Ferraris»; Membro del Comitato Consultivo di Elettricità del Comitato Internazionale dei Pesi e delle Misure; in *Elettrotecnica* (D. M. 14 maggio 1943 e confermato con D. M. 22 gennaio 1949).

✓ LORENZELLI dott. ing. EZIO, in *Costruzioni aeronautiche* (D. M. 3 settembre 1942 e confermato con D. M. 29 marzo 1949).

○ ✓ LUCCO BORLERA dott. MARIA, predetta, in *Chimica applicata* (D. M. 3 giugno 1961 e confermato con D. M. 10 ottobre 1966).

✓ MACCHIA dott. OSVALDO, in *Chimica merceologica* (D. M. 30 aprile 1932 e confermato con D. M. 3 luglio 1937).

✓ MAGNANO dott. GIORGIO, predetto, in *Cristallografia* (D. M. 14 luglio 1967).

✓ MARCHETTI dott. ELENA, nata SPACCAMELA, in *Chimica industriale* (D. M. 15 luglio 1961 e confermata con D. M. 14 ottobre 1966).

✓ MAROCCHI dott. ing. DANTE, in *Trasporti funiviari* (D. M. 16 maggio 1966).

✓ MATTEOLI dott. LENO, predetto, in *Metallurgia e metallografia* (D. M. 12 marzo 1955 e confermato con D. M. 13 giugno 1960).

✓ MAZZETTI dott. ing. PIERO, in *Fisica dello stato solido* (D. M. 10 dicembre 1966).

○ ✓ MEO dott. ing. ANGELO, in *Calcolatrici e logica di circuiti* (D. M. 30 giugno 1966).

68 Merlino dott. ing. Cesare, in *Impianti nucleari*,
D.M. 15.10.1968

- ✓ MONTE dott. ing. ARMANDO, predetto, in *Impianti meccanici* (D. M. 24 novembre 1966).
- ✓ MORELLI dott. ing. ALBERTO, predetto, in *Costruzioni automobilistiche* (D. M. 2 settembre 1965).
- ✓ MORELLI dott. ing. PIETRO, predetto, in *Aeronautica generale* D. M. 15 giugno 1961 e confermato con D. M. 31 ottobre 1966).
- ✓ MORTARINO dott. ing. CARLO, predetto, in *Aerodinamica sperimentale* (D. M. 3 gennaio 1955 e confermato con D. M. 24 aprile 1961).
- ✓ OREGLIA dott. arch. MARIO, predetto, in *Architettura tecnica* (D. M. 23 luglio 1962). *conferma 9.2.1968*
- ✓ ORSONI dott. ing. LUCIANO, predetto, in *Fisica del Reattore nucleare* (D. M. 12 maggio 1964). *Pasquarelli dott. Aldo, di Fisica nucleare, DM 5.10.1968*
- ✓ PERETTI dott. ing. LUIGI, predetto, in *Geologia* (D. M. 22 dicembre 1935 e confermato con D. M. 5 maggio 1941). *Perotti imp. Giovanni, in Tecnologia meccanica, DM 18.11.1967*
- ✓ PEROTTO dott. ing. PIER GIORGIO, predetto, in *Meccanica applicata alle macchine* (D. M. 1° agosto 1958 e confermato con D. M. 16 gennaio 1964).
- ✓ PERRI dott. ing. EMILIO, Socio corrispondente della U.G.G.I. (Unione Geodetica Geofisica Internazionale) di Parigi; Socio corrispondente della Commissione Sismologica Europea di Strasburgo; Socio della Associazione Geofisica Italiana; Socio corrispondente del Seismological Laboratory dell'Institute of Technology di Pasadena (California); Membro corrispondente de l'Instituto de investigaciones antisismicas di S. Juan (Argentina); Membro corrispondente dell'Instituto de investigaciones y ensayes de materiales dell'Universidade di Santiago del Cile; in *Sismologia* (D. M. 28 maggio 1956 e confermato con D. M. 1° dicembre 1961).
- ✓ PINCIROLI dott. ing. ANDREA, in *Elettrotecnica* (D. M. 26 febbraio 1940 e confermato con D. M. 22 gennaio 1949).
- ✓ PIPERNO dott. ing. GUGLIELMO, in *Macchine termiche* (D. M. 14 gennaio 1922 e confermato con D. M. 4 giugno 1930). *4.2.68*
- ✓ POLLONE dott. ing. GIUSEPPE, in *Costruzione di macchine* (D. M. 21 dicembre 1937 e confermato con D. M. 6 giugno 1944).
- ✓ QUILICO dott. ing. GIUSEPPE, predetto, in *Elettrotecnica* (D. M. 21 agosto 1948 e confermato con D. M. 10 agosto 1960).
- ✓ RAVIZZA dott. PAOLO, Socio dell'Associazione Italiana di Metallurgia; in *Siderurgia* (D. M. 10 maggio 1965).
- ✓ ROBOTTI dott. ing. AURELIO, predetto, in *Razzi e propulsione spaziale* (D. M. 10 agosto 1963). *conferma DM 18.11.1968*

⊗ Samini dott. Aristide, in *Geometria*, D.M. 15.10.1968
 * Santapata ing. Felice, in *Costruzione di shade, fonderie ed aerospazi*, D.M. 20.1.1969

✓ ROSSETTI dott. ing. UGO, predetto, in *Sperimentazione dei materiali e delle strutture* (D. M. 15 luglio 1961 e confermato con D. M. 20 ottobre 1966).

— ✓ RUFFINO dott. ing. GIUSEPPE, in *Elettronica applicata* (D. M. 23 luglio 1962). conferma D.M. 11.1967

✓ RUSSO FRATTASI dott. ing. ALBERTO, predetto, in *Tecnica ed economia dei trasporti* (D. M. 8 gennaio 1960 e confermato con D. M. 8 febbraio 1965).

✓ SACERDOTE dott. ing. CESARINA, nata BORDONE, in *Elettroacustica applicata* (D. M. 15 luglio 1961 e confermata con D. M. 12 novembre 1966).

✓ SACERDOTE dott. ing. Gino, in *Comunicazioni elettriche* (D. M. 8 aprile 1933 e confermato con D. M. 8 marzo 1948).

✓ Sacchi ing. Alfredo, in *Fisica tecnica*, D.M. 25.10.1967
 * — ✓ SARACCO dott. ing. GIOVANNI BATTISTA, predetto, in *Chimica industriale* (D. M. 31 maggio 1965).

— ✓ SAVINO avv. MANFREDI, predetto, in *Legislazione del lavoro* (D. M. 5 maggio 1940 e confermato con D. M. 7 febbraio 1950).

✓ Scardo ing. Paolo, in *Elettronica applicata*, D.M. 30.11.1967
 ✓ STANCHI dott. ing. LUCIANO, Socio della S.I.F. (Società Italiana di Fisica); Membro dell'Institute of Electrical and Electronics Engineers (I.E.E.E.); Membro I.E.E.E. Professional Group on Nuclear Science; in *Elettronica applicata* (D. M. 25 luglio 1966).

✓ STRADELLI dott. ing. ALBERTO, Membro delle Commissioni 3 e 6 dell'Institut International du Froid; Membro dell'American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; in *Macchine ed impianti frigoriferi* (D. M. 13 febbraio 1931 e confermato con D. M. 30 settembre 1936).

✓ TAMBURELLI dott. ing. GIOVANNI, predetto, in *Comunicazioni elettriche* (D. M. 16 luglio 1962). conferma 2.2.1968

✓ TESTORE dott. ing. FRANCAANTONIO, Presidente della Commissione Tecnica Laniera Italiana; in *Tecnologie tessili* (D. M. 16 maggio 1966).

— ✓ TETTAMANZI dott. ANGELO, predetto, in *Chimica applicata* (D. M. 29 ottobre 1934 e confermato con D. M. 25 giugno 1940).

✓ TONIOLO dott. ing. SERGIO BRUNO, Senior Member dell'I.E.E.E. (Institute of Electrical and Electronics Engineers); in *Costruzione di macchine elettriche* (D. M. 21 agosto 1948 e confermato con D. M. 16 ottobre 1953).

⊠ ✓ VACCA dott. MARIA TERESA, in *Meccanica razionale con elementi di statica grafica e disegno* (D. M. 10 dicembre 1959 e confermata con D. M. 8 febbraio 1965).

⊠ Treves dott. ing. Sergio, in *Comunicazioni elettriche*, D.M. 15.10.1968

- ✓ VACCANEIO dott. ing. AURELIO, predetto, in *Impianti speciali termici* (D. M. 3 settembre 1963). *conferma DM 22.10.68*
- ✓ VAN GOLDFRACHT dott. ing. TEODOR, in *Tecnica dei giacimenti di idrocarburi* (D. M. 18 ottobre 1966).
- ✓ VERNAZZA dott. ETTORE, in *Chimica generale* (D. M. 31 dicembre 1931 e confermato con D. M. 21 marzo 1938).
- V ZUCCHETTI dott. ing. STEFANO, predetto, in *Giacimenti minerali* (D. M. 20 settembre 1963). *conferma DM 14.11.68*
- + ZUNINI dott. ing. BENEDETTO, in *Scienza delle costruzioni* (D. M. 18 gennaio 1933 e confermato con D. M. 15 novembre 1938). *luglio 68*

Aiuti ordinari

- ✓ ANDRIANO prof. dott. ing. MATTEO, predetto, di *Macchine*. } *dal 1° 11. 69 Prof. Aggregato di Hance Binn*
- ✓ GALDERALE prof. dott. ing. PASQUALE, predetto, di *Costruzione di macchine*. } *thoord. dal 16.1.1968*
- ✓ CAPRA prof. dott. VINCENZO, predetto, di *Analisi matematica*.
- ✓ CASTIGLIA prof. dott. ing. CESARE, predetto, di *Scienza delle Costruzioni*.
- + ~~Ferrero dott. ing. Vincenzo - Fisica tecnica, dal 1° 7. 1967~~
- ✓ GIANETTO prof. dott. ing. AGOSTINO, predetto, di *Chimica Industriale*. } *thoord. dal 1° 11. 67 19.1.69*
- ✓ GIUFFRIDA TRAMPETTA prof. dott. ing. EMILIO, predetto, di *Elettrotecnica*.
- + Guarnieri dott. ing. Giuseppe - *Tecnica delle costruzioni*, dal 1° 12. 1967
- + LUCCO BORLERA prof. dott. MARIA, predetta, di *Chimica*.
- + Meo dott. ing. Smelo, *Elettrotecnica*, dal 16. 11. 1967 } *dal 1° 11. 69 Prof. Aggregato*
- + MORTARINO prof. dott. ing. CARLO, predetto, di *Meccanica applicata alle macchine*.
- Pasquarrelli dott. A. Ed. *Fisica sperimentale*, dal 1° 11. 67 } *Prof. Aggregato*
- OLDANO dott. CLAUDIO, predetto, di *Fisica*. } *dimissionario dal 1° 10. 67*
- + PERETTI prof. dott. ing. LUIGI, predetto, di *Mineralogia e Geologia*.
- + Perotti dott. ing. Giovanni, *Tecnologia meccanica*, 20. 11. 1967
- + QUAGLIA dott. ing. MARIO, predetto, di *Idraulica*.
- + ROSSETTI prof. dott. ing. UGO, predetto, di *Scienza delle Costruzioni*.
- + RUSSO FRATTASI prof. dott. ing. ALBERTO, predetto, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.
- + Samini dott. Onofredo, *Geometria*, dal 1° 2. 1967
- SARRA dott. MARIANGELA, di *Meccanica razionale*.
- Saracco dott. ing. Giov. Battista, dal 1° 11. 1967
- ZUCCHETTI prof. dott. ing. STEFANO, predetto, di *Giacimenti minerali*.

Assistenti ordinari

^{font}
ABBATTISTA dott. FEDELE, predetto, di *Metallurgia e Metallografia*.

○ ABETE dott. ing. ANDREA, Socio A.E.I.; di *Misure elettriche*.

~~ABETE dott. ANNA ROSA, nata SCARAFIOTTI, di *Analisi matematica*.~~ ^{dimission. dal 10.11.1967}

ANDREOLETTI dott. ing. SILVIA, nata MARTIGNAGO, di *Idraulica*.

○ ANTONA dott. ing. ETTORE, predetto, di *Progetto di Aeromobili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

○ ANTONELLI dott. ing. ENRICO, predetto, di *Macchine*.

○ APPENDINO dott. PIETRO, di *Chimica applicata*.

○ ARMANDO dott. ing. ERNESTO, di *Geofisica mineraria*.

BALDINI prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Arte mineraria*.

○ BAVA dott. ing. GIAN PAOLO, di *Tecnica delle iperfrequenze*.

○ BECCARI dott. ing. CLAUDIO, di ~~*Complementi di matematica*~~ ^{*Teoria delle reti elettriche dal 10.11.67*}

~~BERBOTTO dott. ing. GIUSEPPE, di *Principi di ingegneria chimica*.~~

BERTOLOTTI prof. dott. ing. CARLO, predetto, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.

BIEY dott. ing. DOMENICO, predetto, di *Comunicazioni Elettriche*.

^{Boffetta dott. Laura n. Trosse, di Fisica, dal 16.11.1967}

○ BORASI dott. ing. VINCENZO, di *Architettura tecnica*.

^{Bongioranni dott. ing. Guido, di costruzione di macchine, dal 16.5.67}

BORREANI dott. ANNA MARIA, nata OSTANELLO, di *Meccanica razionale*.

BRUNO dott. ANNA PAOLA, nata LONGO, di *Analisi matematica*.

BUSSI dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Motori per Aeromobili*.

○ BUTERA dott. ing. LUIGI, di *Idraulica*.

^{Biscarmona} BUZANO dott. CARLA, di *Fisica*.

○ CAMPANARO dott. ing. PAOLO, di *Macchine*.

○ CASTELLANI dott. ing. VALENTINO, di *Elettronica applicata*.

CERETI dott. MARIA TERESA, nata MAZZA, di *Chimica industriale*.

○ CHIADÒ PIAT dott. MARIA GRAZIA, nata ZAVATTARO, di *Meccanica razionale*.

~~GHANTARETTO dott. GIAN PAOLO, di *Chimica applicata*.~~ ^{omato 30-6-68}

6) Colosi ing. Giuseppe - Disegno meccanico - dal 1° 12.67

CHIARAVIGLIO dott. ing. ALBERTO, di Impianti meccanici.

6) CIUFFI dott. ing. RENZO, predetto, di Costruzione di macchine.
Coda ing. Carlo - Disegno meccanico, dal 10.12.1967

CONCARO dott. ROSALBA, nata GILLI, di Geometria I.
CONSOLE dott. FRANCA, nata PONCINI, di Geometria.

CURTI dott. ing. GRAZIANO, di Costruzione di motori per aeromobili (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

DADONE dott. ing. ANDREA, di Macchine.
Dimina ing. Vincenzo - Disegno meccanico, dal 10.12.1967

DONATO prof. dott. ing. GIACOMO, di Urbanistica.

Fiameni ing. Mario - Architettura tecnica - dal 10.12.1967

FERRARIS, dott. ing. PAOLO, di Macchine elettriche.

Filusetti dott. Ottavio n. Borello, di Fisica, dal 16.11.1967

FERRO dott. ing. VINCENZO, predetto, di Fisica tecnica. ved. antri

GECHELE dott. ing. GIULIO, di Impianti minerari.

Ghiotti dott. Ing. Mauro, di Preparazione dei minerali, dal 10.12.67

GILLI dott. ing. LUIGI, di Elettrotecnica I.

GOFFI prof. dott. ing. LUIGI, predetto, di Tecnica delle costruzioni.

GORINI dott. ing. ITALO, Socio dell'A.E.I.; di Misure elettriche.

GREGORIO dott. ing. PAOLO, di Fisica tecnica.

GRILLO PASQUARELLI dott. ing. CARLO, predetto, di Aerodinamica (Scuola Ingegneria Aerospaziale).

~~GUARNIERI dott. ing. GIUSEPPE, Corrispondente della School of Design del North Carolina State College Raleigh N. C.; Socio ordinario dell'Associazione Nazionale Italiana Strutturisti; di Tecnica delle costruzioni.~~

ved. antri

GUIDETTI dott. MARTA, Socio della Società Italiana di Fisica; di Fisica.

~~IACHELLO dott. ing. FRANCESCO, di Fisica. emato 1-9-68~~

IPPOLITO dott. ing. ROSOLINO, di Tecnologia meccanica.

Lauruti m' dott. ing. Aldo - Applicazioni ind. dell'elettrotecnica, dal 16.12.67

LAUSETTI prof. dott. ing. ATTILIO, predetto, di Meccanica applicata alle macchine.

Leone dott. ing. Epifanio, di Macchine elettriche, dal 10.12.1966

LEONE dott. ing. EPIFANIO, Socio dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; di Macchine elettriche.

LESCA dott. ing. CORRADO, Professore incaricato di Topografia e Cartografia presso la Facoltà di Scienze Geologiche dell'Università di Torino; Socio dell'Associazione italiana di Cimmatografia Scientifica; Operatore del Comitato Glaciologico Italiano, di Topografia.

LESCHIUTTA dott. MAGDA, nata ROLANDO, di Analisi Matematica.

- ⑥ LEVI dott. ing. RAFFAELLO, di *Tecnologia meccanica*.
- MAJA dott. ing. MARIO, predetto, di *Chimica fisica*.
- MARCANTE dott. EUGENIA, nata LONGO, di *Meccanica razionale*.
- ⑥ MARRO dott. ing. PIERO, di *Scienza delle costruzioni*.
- Masera dott. melania n. Boses di Fisica, dal 16.11.67
- ⑥ MARTELLOTTA dott. ing. RENATO, di *Scienza delle costruzioni*.
dimission. del 31.8.67
- MAURO dott. ing. VITO, di *Elettrotecnica*.
- ~~MEO prof. dott. ing. ANGELO, predetto, di *Elettrotecnica*.~~ Ved. antri
- ⑥ MERLINI dott. ing. CESARE, predetto, di *Impianti nucleari*.
- ⑥ MINETTI dott. BRUNO, di *Fisica II*.
- ⑥ MINETTI dott. ENRICA, nata MEZZETTI, di *Fisica*.
- ⑥ MONTORSI dott. MARGHERITA, nata APPENDINO, di *Chimica*.
- MORELLI prof. dott. ing. ALBERTO, predetto; di *Costruzioni automobilistiche*.
- MORELLI prof. dott. ing. PIETRO, predetto, di *Aeronautica generale* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- ⑥ MUSSINO dott. ing. FRANCO, Membro del SC 12 del C.E.I. e del SC 12 A/WG 3 dell'I.E.C.; Socio A.E.I.; di *Radiotecnica*.
- MUSSO dott. ing. SILVIO, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.
- NATALE dott. ing. PIETRO, Socio della Società Mineralogica Italiana; Socio della Società Mineraria Subalpina; di *Giacimenti Minerari*.
- ONORATO dott. MICHELE, di *Aerodinamica*.
- OREGLIA prof. dott. arch. MARIO, predetto, di *Architettura tecnica*.
- PALUMBO dott. ing. PIERO, di *Tecnica delle costruzioni*.
- ⑥ PANDOLFI dott. ing. MAURIZIO, predetto, di *Macchine*.
- ~~PASQUARELLI dott. ALDO, predetto, di *Fisica*.~~ Ved. antri
- ⑥ PELIZZA dott. ing. SEBASTIANO, di *Arte Mineraria*.
- ⑥ PENT dott. ing. MARIO, di *Comunicazioni elettriche*.
- ~~PEROTTI dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Tecnologia meccanica*.~~ Ved. antri
- ⑥ PICCO dott. arch. GIOVANNI, Socio dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Disegno edile*.
- PIOLA dott. ing. GIOVANNI, di *Chimica fisica*.
- ⑥ POMÈ dott. ing. ROBERTO, di *Elettrotecnica I*.

- POZZOLO dott. ing. VINCENZO, Socio A.E.I.; Membro ordinario della Commissione VI dell'U.R.S.I.; di *Misure elettroniche*.
- PRADELLI dott. GIORGIO, di *Chimica*.
- QUORI dott. ing. FIORENZO, predetto, di *Gasdinamica* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- RASETTI dott. ing. MARIO, di *Fisica*.
- REPACI dott. ANTONINO, Socio U.M.I.; di *Meccanica razionale*.
- RICCI dott. ing. GIUSEPPE, di *Meccanica delle macchine e macchine*.
- RIVOLO dott. MARIA TERESA, di *Geometria*.
- ROLANDO dott. PIERO, di *Chimica*.
- SACCHI ^{prof.} dott. ing. ALFREDO, di *Fisica tecnica*.
- SACCHI dott. CARLA, nata LOMBARDI, di *Fisica tecnica*.
- ~~SANINI dott. ARISTIDE, predetto, di *Geometria II*.~~ *red. autr*
- SANINI dott. NIVES, nata CATELLANI, di *Geometria*.
- SANTAGATA dott. ing. FELICE, di *Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti*.
- ~~SARACCO prof. dott. ing. GIOVANNI BATTISTA, predetto, di *Chimica Industriale*.~~ *red. autr*
- SASSI dott. ing. ANGELA, nata PERINO, di *Scienza delle costruzioni*.
- SCHIARA dott. ing. MARCELLO, di *Costruzioni idrauliche*.
- SINISCALCO dott. ing. GIORGIO, di *Scienza delle costruzioni*.
- SURACE dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzioni aeronautiche*.
- Tedde dott. Pietro Egorauvi, di *Fisica*, dal 16.11.1967
- UGONA dott. CRISTINA, nata MALAGUZZI, di *Analisi matematica*.
- VACCA dott. JACOPA, di *Analisi matematica II*.
- VACCA prof. dott. MARIA TERESA, predetta, di *Analisi matematica*.
- Vadacchino dott. ing. Mario, di *Fisica*, dal 1° 11. 67
- VAUDAGNA dott. ing. UMBERTO, di *Elettrochimica*, *Cessato dal 1° 5. 68*
- Valabrega dott. Piera n. Taverna, di *Fisica*, dal 16.11.1967
- VERDUZIO dott. ing. LEONELLO, predetto, di *Macchine*.
- Villata inf. Tommaso, di *Impianti elettrici*, dal 23.4.1968
- VINCENTI dott. GIORGIO, di *Geometria*.
- ZICH dott. ing. RODOLFO, di *Campi elettromagnetici e circuiti*.

Assistenti incaricati

- ARZANO dott. FRANCESCO, di *Chimica industriale*.
- BARDELLI dott. ing. PIER GIOVANNI, di *Architettura e Composizione architettonica*.
- BELFONTE dott. ing. GUIDO, di *Meccanica applicata alle macchine*.
- CANCELLI dott. ing. CLAUDIO, di *Meccanica applicata alle macchine*.
- COMINETTA dott. ing. PIERGIORGIO, di *Impianti chimici*.
- COPPO dott. ing. LUIGI, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.
- COPPO dott. ing. SECONDINO, di *Architettura tecnica*.
- GALANGA dott. LAURA, di *Geometria*.
- GALIZIA dott. MARIA TERESA, di *Analisi matematica*.
- GAUTIER di CONFIENGO dott. ing. EDOARDO, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.
- LIFFREDO dott. ing. RENATO, Socio dell'A.N.I.P.L.A.; di *Impianti elettrici*.
- MIRALDI dott. ELIO, di *Fisica*.
- NOSETTI dott. ing. FRANCO, di *Macchine elettriche*.
- PARNIGONI dott. ing. ANDREA, di *Chimica analitica*.
- PIAZZESE dott. FRANCO, di *Aerodinamica*.
- RIZZI dott. GUIDO, di *Meccanica razionale*.
- SCARZELLA dott. ing. GIAN PAOLO, Membro della 1^a Sottocommissione dell'U.N.I. « Rappresentazioni e convenzioni definitorie per l'edilizia ed urbanistica »; di *Architettura tecnica II*.

Assistenti straordinari

- ARIOTTI dott. ing. MARIO, di *Costruzione di macchine*.
- ARRI dott. ing. ERNESTO, Membro del Sottocomitato n. 40 Condensatori e Resistori per elettronica del C.E.I.; di *Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*.
- BASSIGNANO dott. IDA, nata BRUNATI, di *Fisica*.
- BELLIA dott. ing. CLEMENTE, di *Tecnica delle costruzioni*.
- BERNARDI dott. ing. LUIGI, di *Impianti minerari*.

BOFFETTA dott. LAURA, nata TROSSI, di *Fisica*.

BONGIOVANNI dott. ing. GUIDO, predetto, di *Costruzione di macchine*.

BORRONI dott. GIANFRANCA, nata GRASSI, di *Chimica*.

BURLANDO dott. GIUSEPPINA, nata ACQUARONE, di *Chimica*.

CALLARI prof. dott. ing. CARLO EMANUELE, predetto, di *Complementi di Scienza delle costruzioni*.

CANDELI dott. ing. GIUSEPPE, di *Idraulica*.

CODA dott. ing. CARLO, di *Disegno meccanico*.

COLOSI dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno meccanico*.

CONTINI dott. ing. PIERO, di *Scienza delle costruzioni*.

DIMINA dott. ing. VINCENZO, di *Disegno meccanico*.

EMANUELE dott. LAURA, di *Analisi matematica I* (Corso B).

FIAMENI dott. ing. MARIO, di *Architettura tecnica*.

FILISSETTI dott. OTTAVIA, nata BORELLO, di *Fisica*.

FIORIO BELLETTI prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Controlli automatici*.

GHIOTTI dott. ing. MARCO, di *Preparazione dei minerali*.

GRASSINO dott. ing. ROBERTO, di *Idraulica*.

GUAITA dott. LAURA, nata TRUCCHI, di *Fisica*.

LESCHIUTTA dott. ing. SIGFRIDO, Socio dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana; di *Misure elettroniche*.

MAGNANO prof. dott. GIORGIO, predetto, di *Prospezione geomineraria*.

MAIOCCO dott. ing. UMBERTO, di *Economia e tecnica aziendale*.

MAOLI dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzione di motori per aeromobili*

MASERA dott. MELANIA, nata BOSCO, di *Fisica*.

MAZZA dott. ing. MATTIA, di *Fisica tecnica*.

MAZZÙ dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno I*.

MEINARDI dott. MARIA ROSA, nata ROLANDO, di *Meccanica razionale*.

MORANDINI dott. ing. ANGELICA, nata FRISA, di *Arte mineraria*.

MORONI dott. PAOLA, di *Analisi matematica*.

MOSCA dott. ing. PAOLO, di *Costruzioni idrauliche*.

NANO dott. ing. ERMANNÒ, Membro del Sottocomitato 12-A del C.E.I. (Ricevitori); Segretario del Sottocomitato 110 del C.E.I. (Radio disturbi); Socio dell'A.E.I., di *Radiotecnica*.

NUVOLI dott. ing. ANNA, di *Disegno I*.

PALMERI dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno I*.

PETRUCCI dott. MARISA, nata CAREGGIO, di *Fisica*.

RIETTO dott. ANNAMARIA, di *Fisica*.

SAGGESE dott. ing. GIOVANNI, di *Fisica tecnica*.

SALINARI dott. ing. NICOLA, di *Scienza delle costruzioni*.

SOARDO dott. ing. GIAN PIETRO, Master of Science in E.E.; Membro dell'A.E.I.; membro del S.I.F., Sigma XI associate member; di *Elettrotecnica*.

SOARDO dott. ing. PAOLO, di *Teoria delle reti elettriche*.

TEDDE dott. PIETRO GIOVANNI, di *Fisica*.

VALABREGA dott. PIERA, nata TAVERNA, di *Fisica*.

Assistenti volontari

AGNES dott. CORRADO, di *Fisica*.

AINARDI dott. ing. FELICE, di *Impianti elettrici I*.

AMBROSIO dott. ing. SILVANO, di *Misure elettroniche*.

AMENDOLA dott. ing. EDMONDO, di *Calcolo e progetto di macchine*.

ANTONIOLI dott. ing. PIER GIORGIO, di *Elettrotecnica II*.

ARRI dott. ing. ERNESTO, predetto, di *Elettrotecnica II*.

ARTOM dott. ing. AURO, Socio dell'A.E.I.; Membro dell'Associazione Italiana Ingegneri Telecomunicazioni (A.I.I.T.); Membro della Federazione Ingegneri Telecomunicazioni Comunità Europea (F.I.T.C.E.); di *Misure elettroniche*.

AUDENINO dott. ing. CARLO, di *Costruzione di motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

BALBO dott. ing. GIORGIO, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.

BARBERA dott. ing. FERRUCCIO, Membro: della Commissione Provinciale Artigianato di Torino, della Comm. Reg. Artigianato del

Piemonte, della Comm. Prov. Artigianato di Genova, della Comm. Reg. Artigianato della Liguria, del Comitato permanente di iniziativa e consultazione per la programmazione del Comune di Torino; di *Arte mineraria*.

BARBIERI dott. arch. CARLO, di *Tecnica delle costruzioni*.

BATTEZZATO dott. ing. LUIGI, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.

BAVA dott. ing. ELIO, di *Comunicazioni elettriche* (per elettronici).

BECCARI dott. ing. ALBERTO, di *Macchine* (per elettrotecnici, chimici e minerari).

BECCARI dott. ing. CLAUDIO, predetto, di *Teoria delle reti elettriche*.

BELLOLA dott. ing. PIETRO, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.

BERNATTI dott. ing. SERGIO, di *Estimo ed esercizio della professione*.

BERTA dott. ing. OTTAVIA, di *Disegno edile*.

BERTOLO dott. ing. CARLO, di *Motori per aeromobili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

BESSONE dott. ing. LORENZO, di *Calcolo e progetto di macchine*.

BIFFIGNANDI dott. ing. GIORGIO, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.

BISTAGNINO dott. ing. CARLO, di *Misure fluidodinamiche* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

BOFFA dott. ing. CESARE, di *Fisica tecnica*.

BOLLATI di SAINT PIERRE dott. ing. EMANUELE, di *Macchine elettriche*.

BONDI dott. ing. PAOLO, di *Impianti speciali termici* (per civili).

BONFERRONI dott. ing. VITTORIO, di *Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*.

BORELLI dott. ing. GUALTIERO, di *Architettura tecnica I*.

BRUNO dott. ing. GIOVANNI, di *Tecnica dei giacimenti di idrocarburi*.

BRUNO dott. ing. POMPILIO, di *Disegno*.

BUTERA dott. ing. MARIA GRAZIA, nata CERRI, Segretario dell'Associazione Termotecnica Italiana, Sez. Piemontese; di *Fisica tecnica*.

- CAFFARO RORE dott. ing. GIULIA, di *Motori per aeromobili* (Scuola di Ingegneri Aerospaziale).
- CALVI PARISETTI dott. ing. GIUSEPPE, di *Tecnica delle costruzioni*.
- CANCELLI dott. ing. CLAUDIO, di *Meccanica applicata alle macchine*.
- CAPILUPPI dott. ing. GIANFRANCO, di *Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti*.
- CAPPA BAVA dott. ing. LUIGI, di *Architettura e composizione architettonica*.
- CAPPABIANCA dott. ing. FEDERICO, di *Tecnologia meccanica*.
- CARDINALE dott. ing. MICHELE, di *Trasmissione del calore*.
- CERUTTI dott. ing. MICHELE, di *Tecnologia meccanica*.
- CHARRIER prof. dott. GIOVANNI, predetto, di *Mineralogia*.
- CHIAPPERO dott. ing. RICCARDO, di *Costruzioni automobilistiche*.
- CHIAVES dott. ing. CLAUDIO, di *Idraulica*.
- CHIORINO dott. ing. MARIO ALBERTO, Membro del Highway Research Board - National Academy of Sciences, Washington, U.S.A.; di *Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti*.
- CHIRONE dott. ing. EMILIO, di *Tecnologia dei materiali*.
- CLERICI dott. ing. CARLO, Socio dell'Associazione Mineraria Subalpina; di *Preparazione dei minerali*.
- COCCHIS dott. FELICE, di *Chimica industriale*.
- COLOMBINO dott. ing. SILVIO, di *Fisica*.
- CROVELLA dott. ing. LUIGI, di *Elettronica applicata* (per elettrotecnici).
- CROVINI dott. ing. LUIGI, di *Fisica*.
- CUGIANI dott. ing. CORRADO, di *Campi elettromagnetici e circuiti*.
- DANESY dott. ing. EMILIO, di *Tecnica delle costruzioni*.
- DANIELE dott. ing. VITO, di *Campi elettromagnetici e circuiti e di Complementi di matematica*.
- DE FILIPPI dott. ing. AUGUSTO, di *Tecnologia meccanica*.
- DE FILIPPO dott. ing. GIOVANNI, di *Disegno meccanico* (corso B).
- DE MICHELI dott. ing. SPIRIDIONE, Ricercatore presso l'Istituto Nazionale « Galileo Ferraris », Torino; di *Misure elettriche*.

- DE MICHELIS dott. ing. ANNA MARIA, di *Topografia* (per civili).
- D'EMILIO dott. ing. SAVERIO, di *Misure elettriche*.
- DE PADOVA dott. ing. EZIO, Socio della International Society for terrain Vehicle Systems, Durham (North Carolina), U.S.A.; del *Corso di Perfezionamento in Ingegneria del Traffico*.
- DOGLIOTTI dott. ing. RENATO, di *Comunicazioni elettriche* (per elettronici).
- DONATI dott. ing. FRANCESCO, di *Elettrotecnica*.
- DORIA dott. ing. CANDIDO, di *Disegno meccanico* (corso A).
- DORIGO dott. ing. GIORGIO, di *Macchine I*.
- DRAGO dott. ing. GIAN PAOLO, di *Macchine* (per elettrotecnici, chimici e minerari).
- DUPRÈ dott. ing. FRANCO, di *Macchine*.
- ECCETTUATO dott. ing. VITTORIO, di *Controlli automatici*.
- FASSIO dott. ing. FRANCO, di *Meccanica applicata alle macchine*.
- FAVARETO dott. ing. MARCELLO, di *Costruzione di macchine*.
- FAVELLA dott. ELENA, nata DE GRIFFI, Socio dell'U.M.I.; di *Meccanica razionale*.
- FERRARI dott. ATTILIO, Socio della Società Italiana di Fisica; di *Meccanica razionale*.
- FERRARIS dott. DONATELLA, di *Geometria*.
- FIORETTA dott. ing. PIERO, di *Elettronica applicata* (per elettronici).
- FLECCHIA dott. ing. FIORENZO, di *Idraulica*.
- FONTANESI dott. ing. CARLO, di *Macchine* (per elettrotecnici, chimici, minerari).
- FRESIA dott. PIERA, di *Analisi matematica*.
- FURNARI dott. ing. EPIFANIO, di *Misure elettroniche*.
- GAGLIARDI dott. ing. ENRICO, di *Fisica tecnica*.
- GALLINO dott. ROBERTO, di *Meccanica razionale*.
- GALLO ORSI dott. ALESSANDRO, Socio dell'Associazione Italiana Calcolo Automatico (A.I.C.A.); di *Analisi matematica*.
- GASTALDI dott. ing. GIUSEPPE, di *Tecnologie aeronautiche*.
- GATTI dott. ing. GUIDO, di *Costruzione di macchine e tecnologie*.

- GATTIGLIA dott. ing. UMBERTO, di *Impianti elettrici II*.
- GENESIO dott. ing. ROBERTO, di *Controlli automatici*.
- GIANELLA dott. ing. GIAN MARIO, di *Geometria*.
- GONELLA dott. ing. RENZO, di *Impianti meccanici*.
- GRAMEGNA dott. ing. ALBERTO, del *Corso di Perfezionamento in Ingegneria del Traffico*.
- GRASSO dott. ing. GIACOMO, Capo ricercatore FIAT - Sez. Energia Nucleare; di *Macchine I*.
- GRAZIANI dott. ing. GIUSEPPE, di *Disegno (corso A)*.
- IMODA dott. PIERO, Socio dell'A.I.P.P.I. (Associazione Italiana per la protezione delle Proprietà Industriali); di *Economia e tecnica aziendale*.
- INNAURATO dott. ing. NICOLA, di *Arte mineraria*.
- JOB dott. ing. GIOVANNI, di *Economia e tecnica aziendale*.
- LAMBERTI dott. ing. GIUSEPPE, di *Costruzione di motori per aeromobili (Scuola di Ingegneria Aerospaziale)*.
- LAUDANNA dott. ing. MARIO, di *Meccanica applicata alle macchine e macchine*.
- LAURENTINI dott. ing. ALDO, di *Elettrotecnica I*.
- LAVAGNO dott. ing. EVASIO, di *Macchine*.
- LAZZERINI dott. ing. RENATO, di *Impianti nucleari*.
- LISARDI dott. ing. ALDO, di *Disegno meccanico (corso B)*.
- LUCIANI dott. ing. LUCIANO, di *Tecnica delle costruzioni*.
- LUCIANO dott. MARIA GRAZIA, nata ZANONE, di *Fisica*.
- LUCIANO dott. UMBERTO, di *Chimica industriale*.
- MAGNINO dott. ing. CARLO, di *Costruzione di motori per aeromobili*.
- MALAGUTI dott. ing. CARLO, di *Tecnologie dei materiali*.
- MALETTO MARINA, nata MONTEL, di *Fisica*.
- MALVANO dott. ing. RENATO, di *Controlli automatici*.
- MANCINI dott. ing. ANTONIO, di *Preparazione dei minerali*.
- MANZONI dott. ing. SILVIO, predetto, di *Fisica tecnica*.
- MAROCCHI prof. dott. ing. DANTE, predetto, di *Tecnica ed economia dei trasporti*.

- MARTEN PEROLINO GIANFRANCO, di *Costruzione di motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- MARTINOTTI dott. ing. ENRICO, di *Attrezzature di produzione*.
- MASALA dott. ing. ANTONIO, di *Gasdinamica* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- MASCARELLO dott. LAURA, di *Geometria*.
- MASINO dott. ing. AMEDEO, Socio ordinario dell'Associazione Mineraria Subalpina; di *Tecnica dei giacimenti di idrocarburi*.
- MASSA dott. ing. PIER MASSIMO, di *Progetto di aeromobili*.
- MATTEUCCI dott. ELIO, predetto, di *Giacimenti minerali*.
- MAURELLA dott. ing. ANTONIO, di *Disegno* (corso C).
- MAUTINO dott. ing. RICCARDO, Membro del Flight Mechanics Panel dell'A.G.A.R.D.; Socio A.I.D.A.; di *Progetto di aeromobili II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- MEDA dott. ELIA, di *Chimica industriale*.
- MERLETTI dott. ing. GIAN SECONDO, di *Topografia* (civili).
- MIÈ dott. ROBERTA, di *Analisi dei minerali*.
- MILONE dott. ing. ALBERTO, di *Impianti meccanici*.
- MIRALDI dott. ANNA MARIA, di *Analisi matematica*.
- MISSANA dott. MARCO, di *Geometria*.
- MISUL dott. ing. MARIO, di *Disegno*.
- MOLARI dott. ing. NATALE, di *Fisica tecnica*.
- MOLINO dott. MARIA, nata CANTONI, di *Analisi matematica*.
- MOSCA dott. ing. LAURA, nata BECCIO, di *Idraulica*.
- MOTTA dott. ing. PIER GIORGIO, componente del Collegio di Esperti (Elettronica) della Commissione di Ricerca sulle macchine utensili (C.N.R.); di *Elettronica applicata* (elettronici).
- MUSSO dott. ANTONINO, di *Elettrotecnica I*.
- MUSSO dott. ing. SILVIO, di *Costruzione di motori per aeromobili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- MUSTARI dott. ing. WALTER, di *Elettrotecnica II*.
- NIZZI dott. arch. ELVIO, di *Urbanistica*.
- NUVOLI dott. LIDIA, di *Geometria*.
- OGLIETTI dott. ing. ANTONIO, di *Costruzione di macchine*.

- OSTORERO dott. ing. FRANCO, di *Idraulica*.
- PALOMBI dott. ing. UMBERTO, di *Elettrotecnica I*.
- PANARO dott. ing. NOVARINO, di *Elettronica applicata*.
- PANCAMO dott. ing. FRANCESCO, di *Applicazioni industriali dall'elettrotecnica*.
- PANDOLFO dott. FRANCESCA, nata BORELLI, di *Fisica*.
- PANETTI dott. MAURIZIO, predetto, di *Chimica industriale*.
- PANIZZA dott. arch. ALDA, di *Disegno edile*.
- PAVESI dott. MARIA LUISA, di *Analisi matematica*.
- PENNACINI dott. ing. NICOLA, di *Disegno (corso C)*.
- PERONA dott. ing. GIOVANNI, di *Complementi di matematica*.
- PERUCCA dott. ing. GIOVANNI, Socio A.E.I.; Socio A.I.I.T. (Associazione Italiana Ingegneri delle Telecomunicazioni); di *Elettronica applicata* (per elettronici).
- PESCIVOLO dott. ing. SERGIO, di *Metrologia generale e misure meccaniche*.
- PETRINI dott. ing. EMILIO, Membro del Gruppo di Lavoro n. 4, « Scariche parziali » del C.E.I.; Socio del Forum Italiano dell'Energia Nucleare; di *Impianti elettrici II*.
- PIAZZESE dott. FRANCO, di *Meccanica razionale*.
- PINAMONTI dott. ing. CLAUDIO, di *Costruzione di macchine*.
- PIOVANO dott. ing. GIUSEPPE, di *Arte mineraria*.
- PLEVNA dott. ing. FRANCO, di *Scienza delle costruzioni*.
- POLI dott. ing. LUIGI, di *Macchine II*.
- PORCELLANA dott. ing. GIOVANNI, di *Costruzioni idrauliche (civili)*.
- POZZI dott. MARIA CARLA, nata PEIRANO, di *Chimica industriale*.
- PREMOLI dott. ing. AMEDEO, di *Teoria delle reti elettriche*.
- PROTTO dott. ing. LUIGI, Socio dell'A.E.I. (categ. juniores); di *Macchine elettriche*.
- PRUNOTTO dott. ing. FERDINANDO, di *Estimo ed esercizio della professione*.
- PSACHAROPULO dott. ing. GIOVANNI, Socio dell'A.E.I. e dell'A.I.C.A.; di *Elettrotecnica I*.

- PUPPO dott. ing. UGO, di *Costruzioni automobilistiche*.
- REMONDINO dott. ing. MARIO, di *Costruzione di macchine*.
- RICCI dott. ing. GIOVANNI, di *Applicazioni elettromeccaniche*.
- RIGAMONTI dott. ing. GIANNI, di *Motori per missili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- ROBOTTI dott. ing. GIOVANNI, di *Geofisica mineraria*.
- ROCCI dott. ing. IVANO, Socio A.E.I.; di *Elettrotecnica I*.
- ROLLINO dott. ing. GIAN CARLO, di *Macchine elettriche*.
- ROMERO dott. PIERA, di *Analisi matematica*.
- ROSBOCH dott. ing. ETTORE, di *Fisica*.
- ROSSETTO dott. ing. SERGIO, di *Tecnologia meccanica*.
- ROSSI dott. ing. GIULIO CESARE, di *Motori per aeromobili* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- ROSSO dott. ing. GIOVANNI, di *Macchine* (per elettrotecnici, chimici, minerari).
- RUSCHENA dott. ing. LUIGI, di *Costruzione di macchine*.
- RUSSO dott. ing. GUALTIERO, predetto, di *Tecnologia meccanica*.
- RUSSO dott. PASQUALINA, nata RINALDI, di *Analisi matematica*.
- SACCHI dott. ing. VITTORIO, di *Progetto di aeromobili I* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- SACERDOTE dott. ing. UGO, di *Progetto di aeromobili II* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- SANGIORGI dott. ing. GIOVANNI, di *Telefonia*.
- SANTAGOSTINO dott. ing. MARCELLO, di *Tecnica della iperfrequenze*.
- SARTORI dott. ing. SERGIO, di *Misure elettriche*.
- SCAGLIA dott. ing. CARLO, Socio dell'A.E.I.; di *Tecnica delle iperfrequenze*.
- SCRIBANI dott. arch. ADELE, di *Architettura e composizione architettonica*.
- SDERCI dott. ing. GASTONE, di *Telefonia*.
- SELLA dott. ing. GIUSEPPE, di *Elettrochimica*.
- SELLERI dott. ing. MICHELE, di *Topografia* (per minerari).

- SENA dott. ing. CARMELO, di *Topografia* (per civili).
- SOZZI dott. VITTORIO, Socio A.I.C.A.; Revisore A.C.M.; di *Analisi matematica* (Centro di calcolo elettr.).
- STORELLI dott. ing. VITTORIO, Ufficiale Superiore (in congedo) nel Ruolo d'Onore degli Ufficiali del Corpo del Genio Aeronautico; Croce al merito di Guerra; Segretario della Sez. Italiana della Solar Energy Society, Arizona State University, Tempe, USA; Membro dell'Istituto per le Pubbliche Relazioni di Milano e componente l'esecutivo nella Delegazione meridionale del medesimo Istituto; di *Impianti di motori aeronautici* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).
- TARCHETTI dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Fisica tecnica*.
- TARICCO dott. ing. AUGUSTO, di *Tecnologie nucleari*.
- TASSO dott. ing. TOMMASO, di *Disegno meccanico* (corso A).
- TERRANOVA dott. ing. CARMELO, di *Disegno* (corso B).
- TOSONI dott. ing. ADA, di *Scienza delle costruzioni*.
- TUBERGA dott. ing. ARMANDO, di *Fisica tecnica*.
- VADACCHINO dott. ing. MARIO, di *Fisica*.
- VAGLIO BERNÈ dott. ing. CLAUDIO, di *Impianti meccanici*.
- VAJRA dott. JOSÈ, Socio della Società Lombarda di Fisica; di *Fisica del reattore nucleare*.
- VATTA dott. ing. FURIO, di *Meccanica razionale*.
- VICENTINI dott. ing. VITTORIO, di *Metrologia generale e misure meccaniche*.
- VILLA dott. ing. ALESSANDRO, Socio A.E.I.; di *Comunicazioni elettriche*.
- VILLATA dott. ing. FRANCO, Socio dell'A.N.I.P.L.A.; di *Applicazioni elettromeccaniche*.
- ZUCCHETTI dott. ing. FRANCO, di *Tecnica degli endoreattori* (Scuola di Ingegneria Aerospaziale).

Tecnici laureati di ruolo

- APRÀ dott. ing. GIANFRANCO, *tecnico laureato di 2ª classe*, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.
- BERTOLO dott. ing. CARLO, predetto, *tecnico laureato di 2ª classe*, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

BO dott. ing. GIAN MARIO, *tecnico laureato di 2ª classe*, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

FAVERO dott. MARGHERITA, nata CLERICO, *tecnico laureato di 2ª classe*, addetta all'Istituto di *Costruzione di macchine*.

FURNARI dott. ing. EPIFANIO, predetto, *tecnico laureato di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

TEDESCO dott. LAURA, nata RAVENNA, *tecnico laureato di 2ª classe*, addetto all'Istituto *Matematico*.

Tecnici laureati incaricati

BERNO dott. SERGIO, addetto all'Istituto di *Macchine elettriche*.

DANIELE dott. ing. VITO, predetto, addetto all'Istituto di *Elettronica e Telecomunicazioni*.

GERMANO dott. ing. MASSIMO, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata alle macchine, Aerodinamica e Gasdinamica*.

PANELLA dott. ing. BRUNO, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica ed Impianti nucleari*.

PAPAGNA dott. ing. NICOLA, addetto all'Istituto di *Chimica industriale*.

Tecnici coadiutori di ruolo

BORDONI per. ind. ENRICO, *tecnico coadiutore di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata alle macchine, Aerodinamica e Gasdinamica*.

GROSSO geom. LORENZO, *tecnico coadiutore di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

MOLITERNO geom. ADOLFO, $\frac{3}{4}$, *tecnico coadiutore di 1ª classe*, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

PRINO per. chim. MICHELE, *tecnico coadiutore di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Chimica industriale*.

Tecnici Coadiutori Incaricati

BELTRAMI per. ind. SERGIO, addetto all'Istituto di *Architettura tecnica*.

LUMINI per. min. CARLO, addetto all'Istituto di *Mineralogia, geologia e giacimenti minerali*.

MASSERANO per. ind. ALESSANDRO, addetto all'Istituto di *Costruzione di macchine.*

OLIVIERI per. ind. AUGUSTO, addetto all'Istituto di *Elettronica e Telecomunicazioni.*

ORSINI geom. CESARE, addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni.*

SAVORELLI per. ind. PIERO, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata alle macchine, Aerodinamica e Gasdinamica.*

VIARO per. ind. TONINO, addetto all'Istituto di *Arte mineraria.*

Tecnici esecutivi di ruolo

ALBERTIN ANGELO, in attesa di nomina, addetto all'Istituto di *Chimica industriale.*

ARDUINO ANDREA, *tecnico capo*, addetto all'Istituto di *Tecnica delle Costruzioni.*

BALZOLA AMOS, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Elettronica e Telecomunicazioni.*

BARBERO GIUSEPPE, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Fisica Tecnica e Impianti nucleari.*

BELMONDO GIUSEPPE, *tecnico 3^a classe*, addetto all'Officina Meccanica.

BERNARDI EGIDIO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni.*

BERTOGLIO FRANCESCO, *tecnico in prova*, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari.*

BORGNA ERMINIO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Tecnologia meccanica.*

CALCAGNO EDOARDO, *tecnico capo*, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata, Aerodinamica e Gasdinamica.*

CASALE GIUSEPPE, *tecnico in prova*, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata, Aerodinamica e Gasdinamica.*

CHIESA GABRIELE, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni.*

DEORSOLA GIUSEPPE, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Chimica industriale.*

- FASSIO EUGENIO, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Idraulica*.
- FONTANA OTTORINO, *tecnico di 2^a classe*, addetto all'Istituto di *Chimica generale ed applicata e di Metallurgia*.
- GALLINA ALDO, *tecnico principale*, addetto all'Istituto di *Fisica sperimentale*.
- GIACHELLO GIORGIO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- GIVA MAGNETTI PIETRO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Costruzione di Macchine*.
- LUSSO ALDO, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.
- MACERA LUIGI, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Fisica sperimentale*.
- MAZZUOLI LIDIO, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata, Aerodinamica e Gasdinamica*.
- MEINARDI GUIDO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.
- MONTEFAMEGLIO ENZO, *tecnico in prova*, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.
- ORTONI ANTONIO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- RAVIOLO DINO, *tecnico in prova*, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.
- REANO GIOVANNI, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Idraulica*.
- RIGOTTI GUIDO, *tecnico di 2^a classe*, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- ROCCATO CARLO, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Tecnologia meccanica*.
- ROGGERO REMO, *tecnico in prova*, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- ROLFO MARCELLINO, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Scienza delle Costruzioni*.
- ROSSI FULVIO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Trasporti e strade*.
- ROSSO DELFINO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

ROSSO POGNANT AURELIO, *tecnico di 2^a classe*, addetto all'Istituto di *Elettrochimica e Chimica fisica*.

SALUZZO GIOVANNI, *tecnico di 1^a classe*, addetto all'Istituto di *Topografia*.

SAVIOTTI ERNESTINO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Costruzione di macchine*.

TABONE GIORGIO, *tecnico di 3^a classe*, addetto all'Istituto di *Mecanica applicata, Aerodinamica e Gasdinamica*.

Tecnici Esecutivi Incaricati

BERGAMASCO GIULIANO, addetto all'Istituto di *Macchine elettriche*.

BIGLIA SERGIO, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.

BOSCO LELIO, addetto all'Istituto di *Tecnica delle costruzioni*.

FERRARI CARLO, addetto all'Istituto di *Tecnica delle costruzioni*.

FISCELLI EUGENIO, addetto all'Istituto di *Progetto di aeromobili*.

ZADRA GIOVANNI, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

TECNICI STRAORDINARI A CARICO DEGLI ISTITUTI

Laureati

ANDORNO dott. ing. MARCELLO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

BERTERO dott. ing. MARCO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

CONTI dott. ing. MARIO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

LEPORATI dott. ing. EZIO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

LUCIANI dott. ing. LUCIANO, predetto, addetto all'Istituto di *Tecnica delle costruzioni*.

MUSMECI dott. ing. SALVATORE, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

ORSI dott. ANNA MARIA, addetta all'Istituto di *Matematica*.

THAON di REVEL dott. ing. MAURIZIO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

Coadiutori

FANCELLI geom. MARIO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

LIVRAGA geom. FERDINANDO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

QUARONA geom. OSVALDO, addetto all'Istituto di *Topografia*.

SATTA geom. PIETRO, addetto all'Istituto di *Topografia*.

Esecutivi

BANDIERA GIANFRANCO, addetto all'Istituto di *Trasporti e strade*.

BERTIN ADRIANO, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

BIOGLIO RENZO, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.

BLENGINI LORENZO, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

BOSCARINI GIOVANNI, addetto all'Istituto di *Costruzione di macchine*.

BOVOLENTA ILARIO, addetto all'Istituto della *Motorizzazione*.

CAON FERNANDO, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

CAON SILVANO, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

DELLINO LORENZO, addetto all'*Officina meccanica*.

DIANO PAOLO, addetto all'Istituto di *Chimica industriale*.

GRINDATTO ORLANDO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

LANER EDOARDO, addetto all'Istituto di *Macchine elettriche*.

ROSSO LUIGI, addetto all'*Officina meccanica*.

SUTTO SERGIO, addetto all'Istituto di *Elettronica e Telecomunicazioni*.

Ausiliari di Ruolo

- ANNUNZIATA CARMINE, ✖, ⊗, ⊕, bidello di 1^a classe, addetto all'Istituto di *Topografia*.
- ANTONUCCI LORES, ✖, ⊗, bidello capo, addetto all'Istituto di *Elettrochimica e Chimica fisica*.
- BAIARDO MARIO, bidello capo, addetto all'Istituto di *Chimica generale e applicata e di Metallurgia*.
- BELLEZZA PIETRO, bidello di 3^a classe, addetto alle aule del Triennio.
- BONELLI GIUSEPPE, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto di *Chimica industriale*.
- BONINO FRANCESCO, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto di *Costruzioni aeronautiche*.
- CARESIO LUIGI, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- CUTRONO ANTONINO, bidello di 3^a classe, addetto alle aule del Biennio.
- D'ONOFRIO ANTONIO, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto di *Macchine elettriche*.
- GALLO VITTORIA, nata PELLEGRINO, bidello di 3^a classe, addetta all'Istituto di *Chimica generale ed applicata*.
- GIGLI BALDASSARRE, bidello capo, ☒, cavaliere di merito di San Giorgio di Antiochia, addetto all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.
- GREGGIO ELISABETTA, nata MOSCARDO, bidello di 3^a classe, addetta all'Istituto di *Elettrochimica e Chimica fisica*.
- LAVAGNA GIUSEPPE, bidello di 2^a classe, addetto all'Istituto di *Mecanica applicata, Aerodinamica e Gasdinamica*.
- MARTINENGO GIUSEPPE, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto di *Chimica generale ed applicata*.
- MICHELA LEONE, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.
- PICCI DONATO, bidello di 3^a classe, addetto all'Istituto *Matematico*.
- PLANCHER RINA, nata BARBIN, bidello di 3^a classe, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.
- REINERI PIETRO, bidello di 1^a classe, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.

SCALITO FRANCESCO, ■, ✖, *bidello capo*, addetto all'Istituto di *Meccanica applicata, Aerodinamica e Gasdinamica*.

SCHIRRIPA GIUSEPPE, *bidello di 1ª classe*, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica ed Impianti nucleari*.

SCIROCCO UMBERTO, *bidello di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Mineralogia, Geologia e Giacimenti minerali*.

SETTO GERVASIO, *bidello di 1ª classe*, addetto all'Istituto di *Tecnica delle costruzioni*.

SUDIRO RICCARDO, *bidello di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Tecnica delle costruzioni*.

USAI GIUSEPPE, *bidello di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Fisica sperimentale*.

Ausiliari Avventizi statali

CAIVANO SEBASTIANO, addetto all'Istituto di *Costruzione di macchine*.

CARRETTA MAURETTA, nata MANNELLA, addetta all'Istituto di *Chimica industriale*.

GALEAZZI LIDIA, nata BATTISTONI, addetta all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

MUREU ANTONINO, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.

RICCHIUTI GRAZIA, nata GAROFOLI, addetta all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.

SCIACCHITANO GIOVANNI, addetto all'Istituto *Matematico*.

STEFANINI LORIS, addetto all'Istituto di *Fisica sperimentale*.

TORRENTE MICHELE, addetto all'Istituto di *Progetto di aeromobili*.

Ausiliari straordinari

AMATEIS FRANCO, addetto all'Istituto di *Meccanica razionale*.

AMATO GIOVANNI, addetto all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

AMATO ROCCO, addetto all'Istituto di *Idraulica*.

ANTONUCCI ROMOLO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

- BELLOCCHIO CLAUDIO, addetto all'Istituto di *Costruzione di macchine*.
- CALABRESE CATALDO, addetto all'Istituto di *Elettronica e Telecomunicazioni*.
- CIRIOLO FERDINANDO, addetto all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.
- DAMIANO ELIO, addetto all'Istituto di *Mineralogia, Geologia e Giacimenti minerali*.
- D'AURIA DOMENICA, ved. CHIULLI, addetta all'Istituto di *Chimica generale ed applicata e di Metallurgia*.
- DE GIAMPAULIS GIORGIO, addetto all'Istituto di *Architettura tecnica*.
- GAROFOLI SERGIO, addetto all'Istituto di *Chimica Industriale*.
- LUPINI BRUNO, addetto all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.
- MASTROPAOLO GIUSEPPE, addetto all'Istituto di *Fisica tecnica ed Impianti nucleari*.
- PECORARO VITTORIO, addetto all'Istituto di *Idraulica*.
- PIRAS RAIMONDO, addetto all'Istituto di *Elettrotecnica generale*.
- SOGNO STEFANO, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- ZANELLATO LUCIANO, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.
- ZUCCO ANDREA, addetto all'Istituto di *Trasporti e Strade*.

PERSONALE AVVENTIZIO
DI 4ª CATEGORIA A CARICO DEGLI ISTITUTI

- BASSETTO CAMILLO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.
- BOCCATO LUCIA, addetto all'Istituto di *Arte mineraria*.
- CALIANDRO ANTONIO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.
- CARNINO ANGELO, addetto all'*Officina meccanica*.
- CERASA ANNA MARIA, nata DI GREGORIO, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

DI CEGLIE MICHELE, addetto all'Istituto di *Macchine elettriche*.

DOGLIANI CATERINA, nata COSTAMAGNA, addetta all'Istituto di *Tecnologia meccanica*.

FERRARI UMBERTO, addetto all'*Officina meccanica*.

GARRONE MADDALENA, addetta all'Istituto di *Fisica sperimentale*.

GILLI GIUSEPPINA, ved. SALSA, addetta all'Istituto di *Idraulica*.

GIVA MAGNETTI LUIGI, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

LOFRESE ANTONIO, addetto all'*Officina meccanica*.

LOFRESE MATTEO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

MANISCALCO ROBERTO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

MARCHEGIANI CARMELA, addetta all'Istituto di *Fisica tecnica e Impianti nucleari*.

MARTINOTTI PIETRO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

RUFFINO FRANCESCO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

SERRA CLEMENTE, addetto all'Istituto di *Macchine e Motori per Aeromobili*.

CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN ELETTROTECNICA

Sezione: Elettromeccanica

Direttore: Prof. Dott. Ing. ANTONIO CARERI

CORSI DI PERFEZIONAMENTO E DI SPECIALIZZAZIONE

Corsi annuali

ASTA prof. dott. ing. ANTONINO, professore ordinario di Elettrotecnica e incaricato di Impianti elettrici nell'Università di Napoli, Socio Accademico Elettrotecnica Italiana; Membro Capireto Elettrotecnico Italiano; Numero permanente Conferenza Internazionale grandi reti elettriche; Membro Accademia pugliese delle Scienze; Presidente del Comitato all'ordine n. 20 della Conferenza Internazionale dei Grandi Réseau Electriques; (Trasmissione a corrente continua ad alta tensione); di *Elettronica industriale e di Complementi di Impianti elettrici per Teoria delle reti in regime permanente e transitorio.*

BROSSA prof. dott. ing. GIANDOMENICO, professore di Complementi di Impianti elettrici per Centrali idroelettriche.

CANTARELLA prof. dott. ing. GIOVANNI, professore di Complementi di Impianti elettrici per il caso eccezionale di impianto.

CARRER prof. dott. ing. ANTONIO, professore di Complementi di Impianti elettrici per Sistemi aerea.

CEBERTELLI prof. dott. ing. BERTO, professore di Complementi di Impianti elettrici per Trasformatori.

COLONNI prof. ing. DANIELI, professore di Complementi di Impianti elettrici per il caso di rete.

DE BERNICHI prof. ing. CESARE, Membro della Sottocommissione e Incaricato per il caso normale e della C.N.E.L.; Membro del Soc. 42 del C.N.E.L.; Vincitore della prima ed alta tensione nel Premio « Giancarlo Vallardi » 1961; Premio « Poggio Varoni » 1961; di *Complementi di Impianti elettrici per Alte tensioni.*

FALCIGNI dott. ing. GIUSEPPE, di *Complementi di Impianti elettrici per Applicazioni di elettrotecnica.*

CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN ELETTROTECNICA

Sezione: Elettromeccanica

Direttore: Prof. Dott. Ing. ANTONIO CARRER

Corsi annuali

ASTA prof. dott. ing. ANTONINO, professore ordinario di Elettrotecnica e incaricato di Impianti elettrici nell'Università di Napoli; Socio Associazione Elettrotecnica Italiana; Membro Comitato Elettrotecnico Italiano; Membro permanente Conferenza Internazionale grandi reti elettriche; Membro Accademia pugliese delle Scienze; Presidente del Comitato di studio n. 10 della Conférence Internationale des Grands Réseaux électriques (Trasmissione a corrente continua ad alta tensione); di *Elettronica industriale* e di *Complementi di Impianti Elettrici per Teoria delle reti in regime permanente e transitorio*.

BROSSA prof. dott. ing. GIANDOMENICO, predetto, di *Complementi di impianti elettrici per Centrali termoelettriche*.

CANTARELLA prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Complementi di impianti elettrici per Il corto circuito negli impianti*.

CARRER prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Complementi di macchine elettriche per Macchine rotanti*.

CERRETELLI prof. dott. ing. BERTO, predetto, di *Complementi di macchine elettriche per Trasformatori*.

COLOMBO dott. ing. BASSANO, predetto, di *Complementi di impianti elettrici per Modelli di reti*.

DE BERNOCHI dott. ing. CESARE, Membro della Sottocommissione « Isolatori per media tensione » della U.N.E.L.; Membro del Sc. 42 del C.E.I. « Tecnica delle prove ad alta tensione »; Premio « Giancarlo Vallauri » 1961; Premio « Pugno-Vanoni » 1961; di *Complementi di impianti elettrici per Alte tensioni*.

FAGGIANO dott. ing. GIUSEPPE, di *Complementi di impianti elettrici per Apparecchi di interruzione*.

FIORIO BELLETTI prof. dott. ing. **GIOVANNI**, predetto, di *Complementi di impianti elettrici per Dinamica degli impianti.*

GRECO dott. ing. **STEFANO**, di *Complementi di macchine elettriche per Metadinamo.*

LOMBARDI prof. dott. ing. **PAOLO**, predetto, di *Metrologia e complementi di misure elettriche.*

ZIMAGLIA dott. ing. **CARLO**, Socio dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (A.E.I.); di *Regolazioni automatiche.*

Corsi quadrimestrali

BOLLATI DI SAINT-PIERRE dott. ing. **EMANUELE**, predetto, Membro del C.E.I. (Misure - Strumenti); di *Misure industriali sugli impianti elettrici.*

FRONTICELLI dott. ing. **GIOVANNI BATTISTA**, di *Tecnologia degli impianti elettrici.*

LAVAGNINO prof. dott. ing. **BRUNO**, predetto, di *Materiali conduttori dielettrici-magnetici.*

RAVA dott. ing. **RENATO**, di *Tecnologia delle macchine elettriche.*

Corsi monografici

BONICELLI dott. ing. **GUIDO PAOLO**, Consigliere dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino; Consigliere della Scuola di Elettrotecnica « A. Volta »; Consigliere dell'Associazione Italiana di Illuminazione (AIDI); Membro dell'American Institute of Electrical Engineers (AIEE); Membro del Comité d'Etudes du Développement des applications de l'énergie électrique dell'Unione Internazionale dei Produttori e Distributori di Energia Elettrica (UNIPEDE); Membro della Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE); di *Problemi economici delle imprese elettriche.*

PERRONE dott. ing. **CARLO**, di *Organizzazione industriale.*

Sezione: Comunicazioni elettriche

Direttore: Prof. Dott. Ing. MARIO BOELLA

Sottosezione Radioelettronica

Corsi generali

BAVA dott. ing. GIAN PAOLO, predetto, di *Principi di funzionamento dei ponti radio* (in collaborazione).

CARASSA dott. ing. FRANCESCO, di *Comunicazioni mediante satelliti*.

EGIDI prof. dott. ing. CLAUDIO, predetto, di *Misure elettriche*.

FIORIO BELLETTI prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Controlli automatici* (in collaborazione).

GIACHINO prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Fenomeni transitori - Applicazioni dei semiconduttori*.

GREGORETTI prof. dott. GIULIO, predetto, di *Misure elettroniche*.

LAROSA dott. ing. ANTONINO, di *Televisione monocromatica e a colori* (in collaborazione).

MEO prof. dott. ing. ANGELO, predetto, di *Circuiti numerici e loro logica*.

MINUCCIANI dott. ing. GIORGIO, di *Elettronica industriale*.

NANO dott. ing. ERMANNANO, predetto, di *Tecnica delle forme d'onda*.

PENT dott. ing. MARIO, predetto, di *Principi di funzionamento dei ponti radio* (in collaborazione).

PIGLIONE prof. dott. ing. LUIGI, predetto, di *Controlli automatici* (in collaborazione).

RAVIOLA dott. ing. VITTORIO, Membro della Société des Radioélectriciens; Membro dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (A.E.I.); di *Radiotrasmittitori*.

SOARDO dott. ing. PAOLO, predetto, di *Televisione monocromatica e a colori* (in collaborazione).

VILLA dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Radiolocalizzazione*.

Corsi monografici

MAZZETTI prof. dott. ing. PIERO, predetto, di *Concetti di fisica dello stato solido*.

Sottosezione Telefonia

Corsi generali

- BARBIERI dott. ing. SALVATORE, di *Commutazione telefonica* (in collaborazione).
- CAPELLO dott. ing. FRANCO, predetto, di *Impianti di rete e di centrali* (in collaborazione).
- CAPPETTI dott. ILIO, di *Trasmissione numerica dei dati*.
- COSIMI dott. AURELIO, Membro del Sottocomitato N. 7 del C.E.I.; di *Tecnologie dei materiali telefonici*.
- DE FERRA dott. ing. PAOLO, di *Commutazione telefonica* (in collaborazione).
- GIACHINO prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Fenomeni transitori - Applicazioni dei semiconduttori*.
- GIGLI prof. dott. ing. ANTONIO, predetto, di *Acustica* (in collaborazione).
- LUCHINO dott. ing. ANTONIO, di *Impianti di rete e di centrali* (in collaborazione).
- POZZI dott. ing. ERNESTO, di *Impianti interni speciali*.
- SACERDOTE prof. dott. ing. CESARINA, nata BORDONE, predetta, di *Acustica* (in collaborazione).
- SACERDOTE prof. dott. ing. GINO, predetto, di *Acustica* (in collaborazione).
- TAMBURELLI prof. dott. ing. GIOVANNI, predetto, di *Trasmissione telefonica*.
- TATTARA dott. ing. GIANCARLO, di *Misure telefoniche*.
- VIDANO dott. ing. MICHELE, di *Traffico telefonico*.

Corsi monografici

- GREGORETTI prof. dott. GIULIO, predetto, di *Cavi telefonici*.

CORSO DI SPECIALIZZAZIONE NELLA MOTORIZZAZIONE

Direttore: Prof. Dott. Ing. GIUSEPPE POLLONE

Sezione automezzi da trasporto

Corsi fondamentali

- ANTONELLI** dott. ing. ENRICO, predetto, di *Motori per automobili* (con disegno e laboratorio).
- BUFFA** dott. ing. VINCENZO, di *Tecnologie speciali dell'automobile* (con visite ad officine).
- MORELLI** prof. dott. ing. ALBERTO, predetto, di *Costruzione degli autoveicoli* (con disegno).
- SAPPA** dott. ORESTE, di *Equipaggiamenti elettrici* (con esercitazioni).
- TORAZZA** dott. ing. GIOVANNI, di *Costruzione dei motori*.

Corsi speciali

- BUFFA** dott. ing. VINCENZO, predetto, di *Costruzione delle carrozzerie*.
- DI MAIO** prof. dott. ing. FRANCESCO, predetto, di *Problemi speciali e prestazione degli automezzi (per impiego su rotaie)*.
- ROLANDO** magg. gen. GIOVANNI, di *Problemi speciali e prestazione degli automezzi (per impiego su strada e per impieghi militari)*.

Sezione Automezzi agricoli

Corsi fondamentali

(Gli stessi corsi della sezione Automezzi da trasporto)

Corsi speciali

- PRIORELLI** prof. dott. ing. GIUSEPPE, ordinario di Meccanica agraria con applicazione di disegno nella Università di Torino; Direttore della Sezione meccanica del Centro Nazionale Meccanico Agricolo

del C.N.R.; Vice Presidente dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria; Membro effettivo della American Society of Agricultural Engineers; Membro corrispondente dell'Accademia di Agricoltura di Torino; Membro fondatore della International Society for Terrain-Vehicle Systems; di *Meccanica agraria*.

TASCHERI dott. ing. EDMONDO, Socio corrispondente dell'Accademia di Agricoltura di Torino; Capo Commissione Tecnica di Unificazione Italiana Macchine Agricole (C.U.N.A.); di *Problemi speciali delle trattrici agricole*.

TORAZZI dott. ing. FRANCO, Membro della American Society of Agricultural Engineers; di *Macchine speciali ed apparecchiature complementari delle trattrici* (con esercitazioni al Centro nazionale meccanico agricolo).

*Ciclo di conferenze sulle Applicazioni della gomma
alle costruzioni degli automezzi*

DE SANTIS dott. ing. ERMENEGILDO, della Soc. PIRELLI.

ROBECCHI dott. ing. EDOARDO, della Soc. PIRELLI.

VARESE dott. ing. CARLO, della Soc. CEAT GOMMA.

VIA dott. ing. CARLO, della Soc. SAGA.

*Ciclo di conferenze sulle vibrazioni
del gruppo propulsore degli autoveicoli*

TORRETTA dott. ing. NERI, predetto, della Soc. FIAT.

CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN INGEGNERIA NUCLEARE
« G. AGNELLI »

Direttore: Prof. Dott. Ing. CESARE CODEGONE

ARNEODO prof. dott. ing. CARLO, predetto, di *Impianti nucleari* (complementi) (in collaborazione).

BELLION prof. dott. BARTOLOMEO, Segretario della Associazione Italiana di Fisica Sanitaria; incaricato dell'insegnamento di Biofisica presso la Facoltà di Scienze M.F. e N. dell'Università degli Studi di Torino; di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione) (conferenze di aggiornamento).

CESONI dott. ing. GIULIO, Membro del Comitato scientifico-tecnico EURATOM; Socio dell'American Nuclear Society di New York; Membro del Comitato Scientifico del C.I.S.E.; Membro dell'Atomic Industrial Forum di New York; Membro del Consiglio di Amministrazione del Forum Atomico Italiano, Roma; di *Impianti nucleari* (complementi) (in collaborazione).

CUNIBERTI dott. ing. ROBERTO, predetto, di *Reattori nucleari* (complementi) (in collaborazione).

DEMICHELIS prof. dott. FRANCESCA, predetta, di *Fisica nucleare* (complementi) (in collaborazione).

LAZZERINI dott. ing. RENATO, predetto, di *Impianti nucleari* (complementi) (in collaborazione).

LOVERA prof. dott. GIUSEPPE, predetto, di *Fisica nucleare* (complementi) (in collaborazione).

MERLINI dott. ing. CESARE, predetto, di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione) (conferenza di aggiornamento).

ORSONI prof. dott. ing. LUCIANO, predetto, di *Reattori nucleari* (complementi) (in collaborazione).

QUILICO prof. dott. ing. GIUSEPPE, predetto, di *Impianti nucleari* (complementi) (in collaborazione).

RIGAMONTI prof. dott. ing. ROLANDO, predetto, di *Chimica degli Impianti nucleari* (complementi) (in collaborazione).

SARACCO prof. dott. ing. **GIOVANNI BATTISTA**, predetto, di *Chimica degli impianti nucleari* (complementi) (in collaborazione).

TRIBUNO prof. dott. **CARLO**, di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione) (conferenze di aggiornamento).

VALLAURI dott. ing. **MAURIZIO**, predetto, di *Tecnologie nucleari* (in collaborazione) (conferenze di aggiornamento).

PERSONALE SUDDIVISO PER ISTITUTI

Istituti della Facoltà

ISTITUTO DI ARCHITETTURA TECNICA

- CAVALLARI MURAT AUGUSTO, *Direttore.*
OREGLIA MARIO, *Professore incaricato.*
RIGOTTI GIORGIO, *Professore incaricato.*
SAVINO MANFREDI, *Professore incaricato.*
BORASI VINCENZO, *Assistente ordinario.*
DONATO GIACOMO, *Assistente ordinario.*
PICCO GIOVANNI, *Assistente ordinario.*
BARDELLI PIER GIOVANNI *Assistente incaricato.*
CAPPA BAVA LUIGI, *Assistente incaricato.*
COPPO SECONDINO, *Assistente incaricato.*
SCARZELLA GIAN PAOLO, *Assistente incaricato.*
FIAMENI MARIO, *Assistente straordinario.*
BERNATTI SERGIO, *Assistente volontario.*
BERTA OTTAVIA, *Assistente volontaria.*
BORELLI GUALTIERO, *Assistente volontario.*
NIZZI ELVIO, *Assistente volontario.*
PANIZZA ALDA, *Assistente volontario.*
PRUNOTTO FERDINANDO, *Assistente volontario.*
SCRIBANI ADELE, *Assistente volontario.*
BELTRAMI SERGIO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
BELLARTE ENZA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
DE GIAMPAULIS GIORGIO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI ARTE MINERARIA

STRAGIOTTI LELIO, *Direttore.*
OCCELLA ENEA, *Professore straord. di Preparazione dei minerali.*
BALDINI GIOVANNI, *Professore incaricato.*
MANCINI RENATO, *Professore incaricato.*
RATTI GIUSEPPE, *Professore incaricato.*
VARVELLI RICCARDO, *Professore incaricato.*
ARMANDO ERNESTO, *Assistente ordinario.*
GECCHELE GIULIO, *Assistente ordinario.*
PELIZZA SEBASTIANO, *Assistente ordinario.*
BERNARDI LUIGI, *Assistente straordinario.*
GHIOTTI MARCO, *Assistente straordinario.*
MORANDINI FRISA ANGELICA, *Assistente straordinario.*
BARBERA FERRUCCIO, *Assistente volontario.*
BRUNO GIOVANNI, *Assistente volontario.*
CLERICI CARLO, *Assistente volontario.*
INNAURATO NICOLA, *Assistente volontario.*
MANCINI ANTONIO, *Assistente volontario.*
MASINO AMEDEO, *Assistente volontario.*
PIOVANO GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
ROBOTTI GIOVANNI, *Assistente volontario.*
APRÀ GIANFRANCO, *Tecnico laureato di ruolo.*
VIARO TONINO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
MONTEFAMEGLIO ENZO, *Tecnico esecutivo di ruolo*
BIGLIA SERGIO, *Tecnico esecutivo incaricato.*
BIOGLIO RENZO, *Tecnico esecutivo straord. a carico dell'Istituto.*
FONTANA CARLA, *Applicata di ruolo.*
ZORZI TINA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
REINERI PIETRO, *Bidello di 1^a classe di ruolo*
MUREU ANTONINO, *Avventizio statale di 4^a categ.*
BOCCATO LUCIA, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI CHIMICA GENERALE E APPLICATA E DI METALLURGIA

CIRILLI VITTORIO, *Direttore.*
BRISI CESARE, *Professore ordinario di Chimica applicata.*
BURDESE AURELIO, *Professore ordinario di Siderurgia.*

ABBATTISTA FEDELE, *Professore incaricato.*
LUCCO BORLERA MARIA, *Professore incaricato.*
APPENDINO PIETRO, *Assistente ordinario.*
CHIANTARETTO GIAMPAOLO, *Assistente ordinario.*
MONTORSI APPENDINO MARGHERITA, *Assistente ordinario.*
PRADELLI GIORGIO, *Assistente ordinario.*
ROLANDO PIERO, *Assistente ordinario.*
BORRONI GRASSI GIANFRANCA, *Assistente straordinario.*
BURLANDO ACQUARONE GIUSEPPINA, *Assistente straordinario.*
FONTANA OTTORINO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
TOMATIS GALLO ROSANNA, *Archivista*
BAIARDO MARIO, *Bidello capo di ruolo.*
GALLO PELLEGRINO VITTORIA, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
MARTINENGO GIUSEPPE, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
D'AURIA DOMENICA ved. CHIULLI, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI CHIMICA INDUSTRIALE

RIGAMONTI ROLANDO, *Direttore.*
FASOLI UGO, *Professore incaricato.*
GIANETTO AGOSTINO, *Professore incaricato.*
PANETTI MAURIZIO, *Professore incaricato.*
SARACCO GIOVANNI BATTISTA, *Professore incaricato.*
TETTAMANZI ANGELO, *Professore incaricato.*
CERETI MAZZA MARIA TERESA, *Aiuto.*
BERBOTTO GIUSEPPE, *Assistente ordinario.*
ARZANO FRANCESCO, *Assistente incaricato.*
COMINETTA PIERGIORGIO, *Assistente incaricato.*
PARNIGONI ANDREA, *Assistente incaricato.*
COCCHIS FELICE, *Assistente volontario.*
LUCIANO UMBERTO, *Assistente volontario.*
MEDA ELIA, *Assistente volontario.*
POZZI PEIRANO MARIA CARLA, *Assistente volontario.*
PAPAGNA NICOLA, *Tecnico laureato incaricato.*
PRINO MICHELE, *Tecnico coadiutore di ruolo.*
ALBERTIN ANGELO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
DEORSOLA GIUSEPPE, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
DIANO PAOLO, *Tecnico straordinario esecutivo a carico dell'Istituto.*

VADACCHINO CHIABAI ANNA, *Archivista.*
BERGO GIANNA, *Avvent. di 3^a categoria.*
CALVO LUCIANA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
BONELLI GIUSEPPE, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
CARRETTA MANELLA MAURETTA, *Ausiliario avventizio statale.*
GAROFOLI SERGIO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI COSTRUZIONE DI MACCHINE

GIOVANNOZZI RENATO, *Direttore.*
CALDERALE PASQUALE, *Professore incaricato.*
CIUFFI RENZO, *Professore incaricato.*
MATTEOLI LENO, *Professore incaricato.*
CURTI GRAZIANO, *Assistente ordinario.*
PRINCIPATO GIOVANNI, *Assistente incaricato.*
BONGIOVANNI GUIDO, *Assistente straordinario.*
MAOLI GIUSEPPE, *Assistente straordinario.*
ARIOTTI MARIO, *Assistente straordinario.*
AMENDOLA EDMONDO, *Assistente volontario.*
AUDENINO CARLO, *Assistente volontario.*
BATTEZZATO LUIGI, *Assistente volontario.*
BESSONE LORENZO, *Assistente volontario.*
CHIRONE EMILIO, *Assistente volontario.*
FAVARETO MARCELLO, *Assistente volontario.*
LAMBERTI GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
MAGNINO CARLO, *Assistente volontario.*
MALAGUTI CARLO, *Assistente volontario.*
MARTEN PEROLINO GIANFRANCO, *Assistente volontario.*
MUSSO SILVIO, *Assistente volontario.*
OGLIETTI ANTONIO, *Assistente volontario.*
PINAMONTI CLAUDIO, *Assistente volontario.*
REMONDINO MARIO, *Assistente volontario.*
RUSCHENA LUIGI, *Assistente volontario.*
FAVERO CLERICO MARGHERITA, *Tecnico laureato di ruolo.*
MASSERANO ALESSANDRO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
GIVA MAGNETTI PIETRO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
SAVIOTTI ERNESTO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
BOSCARINI GIOVANNI, *Tecnico esec. straord. a carico dell'Istituto.*

GIRAUDO ELENA, *Avventizia di 3ª categoria.*
CAIVANO SEBASTIANO, *Avvent. statale di 4ª categoria.*
BELLOCCHIO CLAUDIO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI COSTRUZIONI AERONAUTICHE

CICALA PLACIDO, *Direttore.*
MORELLI PIETRO, *Professore incaricato.*
SURACE GIUSEPPE, *Assistente ordinario.*
BONINO FRANCESCO, *Bidello di 3ª classe di ruolo.*

ISTITUTO DI ELETTROCHIMICA E CHIMICA FISICA

DENINA ERNESTO, *Direttore.*
MAJA MARIO, *Professore incaricato.*
PIOLA GIOVANNI, *Assistente ordinario.*
VAUDAGNA UMBERTO, *Assistente ordinario.*
SELLA GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
ROSSO POGNANT AURELIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ANTONUCCI LORES, *Bidello capo di ruolo.*
GREGGIO MOSCARDO ELISABETTA, *Bidello di 3ª classe di ruolo.*

ISTITUTO DI ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

BOELLA MARIO, *Direttore.*
EGIDI CLAUDIO, *Professore ordinario di Misure elettriche.*
ZITO GIACINTO, *Professore ordinario di Elettronica applicata.*
SOLDI MARIO, *Professore straordinario di Teoria delle reti elettriche.*
BIEY DOMENICO, *Professore incaricato.*
CAPELLO FRANCO, *Professore incaricato.*
GREGORETTI GIULIO, *Professore incaricato.*
REVIGLIO GIUSEPPE, *Professore incaricato.*
TAMBURELLI GIOVANNI, *Professore incaricato.*
VALLAURI MAURIZIO, *Professore incaricato.*
BAVA GIAMPAOLO, *Assistente ordinario.*
CASTELLANI VALENTINO, *Assistente ordinario.*
MUSSINO FRANCO, *Assistente ordinario.*
PENT MARIO, *Assistente ordinario.*

POZZOLO VINCENZO, *Assistente ordinario.*
ZICH RODOLFO, *Assistente ordinario.*
LESCHIUTTA SIGFRIDO, *Assistente straordinario.*
NANO ERMANNO, *Assistente straordinario.*
SOARDO PAOLO, *Assistente straordinario.*
AMBROSIO SILVANO, *Assistente volontario.*
ARTOM AURO, *Assistente volontario.*
BAVA ELIO, *Assistente volontario.*
BECCARI CLAUDIO, *Assistente volontario.*
BUSCAGLIONE MARCO, *Assistente volontario.*
CROVELLA LUIGI, *Assistente volontario.*
CUGIANI CORRADO, *Assistente volontario.*
DANIELE VITO, *Assistente volontario.*
DOGLIOTTI RENATO, *Assistente volontario.*
FIORETTA PIERO, *Assistente volontario.*
FURNARI EPIFANIO, *Assistente volontario.*
MOTTA PIER GIORGIO, *Assistente volontario.*
PANARO NOVARINO, *Assistente volontario.*
PERUCCA GIOVANNI, *Assistente volontario.*
PREMOLI AMEDEO, *Assistente volontario.*
SANGIORGI GIOVANNI, *Assistente volontario.*
SANT'AGOSTINO MARCELLO, *Assistente volontario.*
SCAGLIA CARLO, *Assistente volontario.*
SDERCI GASTONE, *Assistente volontario.*
VILLA ALESSANDRO, *Assistente volontario.*
DANIELE VITO, *Tecnico laureato incaricato.*
OLIVIERI AUGUSTO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
BALZOLA AMOS, *Tecnico esecutivo di ruolo*
SUTTO SERGIO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'Istituto.*
ROSSOTTO MUNER MARIA TERESA, *Avvent. di 3^a categoria a carico dell'Istituto.*
CALABRESE CATALDO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI ELETTROTECNICA GENERALE

SARTORI RINALDO, *Direttore.*
MARENESI LORENZO, *Professore ordinario di Elettrotecnica II.*
PIGLIONE LUIGI, *Professore straordinario di Controlli automatici.*
GIUFFRIDA TRAMPETTA EMILIO, *Professore incaricato.*
LAVAGNINO BRUNO, *Professore incaricato.*

QUILICO GIUSEPPE, *Professore incaricato.*
ABETE ANDREA, *Assistente ordinario.*
GILLI LUIGI, *Assistente ordinario.*
GORINI ITALO, *Assistente ordinario.*
MAURO VITO, *Assistente ordinario.*
MEO ANGELO, *Assistente ordinario.*
POMÈ ROBERTO, *Assistente ordinario.*
LIFFREDO RENATO, *Assistente incaricato.*
ARRI ERNESTO, *Assistente straordinario.*
FIORIO BELLETTI GIOVANNI, *Assistente straordinario.*
SOARDO GIAN PIETRO, *Assistente straordinario.*
BONFERRONI VITTORIO, *Assistente volontario.*
DE MICHELI SPIRIDIONE, *Assistente volontario.*
D'EMILIO SAVERIO, *Assistente volontario.*
DONATI FRANCESCO, *Assistente volontario.*
ECCETTUATO VITTORIO, *Assistente volontario.*
GENESIO ROBERTO, *Assistente volontario.*
LAURENTINI ALDO, *Assistente volontario.*
MALVANO RENATO, *Assistente volontario.*
MUSSO ANTONINO, *Assistente volontario.*
PALOMBI UMBERTO, *Assistente volontario.*
PANCAMO FRANCESCO, *Assistente volontario.*
PSACHAROPULO GIOVANNI, *Assistente volontario.*
ROCCI IVANO, *Assistente volontario.*
SARTORI SERGIO, *Assistente volontario.*
LUSSO ALDO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ANGELINO PAGANO MARIA TERESA, *Avvent. di 3ª categoria a carico dell'Istituto.*
GIGLI BALDASSARRE, *Bidello capo di ruolo.*
RICCHIUTI GAROFOLI GRAZIA, *Avvent. statale di 4ª categoria.*
CIRIOLO FERDINANDO, *Ausiliario straordinario.*
LUPINI BRUNO, *Ausiliario straordinario.*
PIRAS RAIMONDO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI FISICA SPERIMENTALE

LOVERA GIUSEPPE, *Direttore.*
DE MICHELIS FRANCESCA, *Professore straord. di Misure nucleari.*
ODONE FILIPPO, *Professore incaricato.*
OLDANO CLAUDIO, *Professore incaricato.*

PASQUARELLI ALDO, *Professore incaricato.*
BUZANO CARLA, *Assistente ordinario.*
GUIDETTI MARTA, *Assistente ordinario.*
IACHELLO FRANCESCO, *Assistente ordinario.*
MINETTI BRUNO, *Assistente ordinario.*
MINETTI MEZZETTI ENRICA, *Assistente ordinario.*
PASQUARELLI ALDO, *Assistente ordinario.*
RASETTI MARIO, *Assistente ordinario.*
MIRALDI ELIO, *Assistente incaricato.*
BOFFETTA TROSSI LAURA, *Assistente straordinario.*
BRUNATI IDA, *Assistente straordinario.*
FILISSETTI BORELLO OTTAVIA, *Assistente straordinario.*
GUAITA TRUCCHI LAURA, *Assistente straordinario.*
MASERA BOSCO MELANIA, *Assistente straordinario.*
PETRUCCI CAREGGIO MARISA, *Assistente straordinario.*
RIETTO ANNA MARIA, *Assistente straordinario.*
TEDDE PIETRO GIOVANNI, *Assistente straordinario.*
VALABREGA TAVERNA PIERA, *Assistente straordinario.*
AGNES CORRADO, *Assistente volontario.*
COLOMBINO SILVIO, *Assistente volontario.*
CROVINI LUIGI, *Assistente volontario.*
LUCIANO ZANONE MARIA GRAZIA, *Assistente volontario.*
MALETTTO MONTEL MARINA, *Assistente volontario.*
PANDOLFO BORELLI FRANCESCA, *Assistente volontario.*
ROSBOCH ETTORE, *Assistente volontario.*
VADACCHINO MARIO, *Assistente volontario.*
GALLINA ALDO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
MACERA LUIGI, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
CASALEGNO RAMASSOTTO FERNANDA, *Avvent. di 3ª categoria
a carico dell'Istituto.*
USAI GIUSEPPE, *Bidello di 3ª classe di ruolo.*
STEFANIS LORIS, *Avvent. statale di 4ª categoria.*
GARRONE MADDALENA, *Avvent. di 4ª categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI FISICA TECNICA E IMPIANTI NUCLEARI

CODEGONE CESARE, *Direttore.*
ARNEODO CARLO AMEDEO, *Professore ordin. di Impianti nucleari.*
CUNIBERTI ROBERTO, *Professore incaricato.*
FERRO VINCENZO, *Professore incaricato.*

MERLINI CESARE, *Professore incaricato.*
ORSONI LUCIANO, *Professore incaricato.*
VACCANEO AURELIO, *Professore incaricato.*
GREGORIO PAOLO, *Assistente ordinario.*
SACCHI ALFREDO, *Assistente ordinario.*
SACCHI LOMBARDI CARLA, *Assistente ordinario.*
MAZZA MATTIA, *Assistente straordinario.*
SAGGESE GIOVANNI, *Assistente straordinario.*
BOFFA CESARE, *Assistente volontario.*
BONDI PAOLO, *Assistente volontario.*
BUTERA CERRI MARIA GRAZIA, *Assistente volontario.*
CARDINALE MICHELE, *Assistente volontario.*
GAGLIARDI ENRICO, *Assistente volontario.*
LAZZERINI RENATO, *Assistente volontario.*
MANZONI SILVIO, *Assistente volontario.*
MOLARI NATALE, *Assistente volontario.*
PANELLA BRUNO, *Assistente volontario.*
TARCHETTI GIOVANNI, *Assistente volontario.*
TARICCO AUGUSTO, *Assistente volontario.*
TUBERGA ARMANDO, *Assistente volontario.*
VAJRA JOSÈ, *Assistente volontario.*
PANELLA BRUNO, *Tecnico laureato incaricato.*
MOLITERNO ADOLFO, *Tecnico coadiutore di ruolo.*
BARBERO GIUSEPPE, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
BERTOGLIO FRANCO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
RAVIOLO DINO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ROSSO DELFINO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
BERTIN ADRIANO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'Istituto.*
BLENGINI LORENZO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'Istituto.*
CAON FERDINANDO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'Istituto.*
CAON SILVANO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'Istituto.*
BARBERO PAGLIANO BRUNA, *Avvent. di 3^a categoria a carico dell'Istituto.*
ICARDI OLGA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
MAGNONE LUCIANO, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
REANO PIER PAOLA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
SCHIRRIPA GIUSEPPE, *Bidello di 1^a classe di ruolo.*
GALEAZZI BATTISTONI LIDIA, *Avvent. statale di 4^a categ.*
MASTROPAOLO GIUSEPPE, *Avvent. di 4^a categ.*
MARCHEGIANI CARMELA, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI IDRAULICA

PEZZOLI GIANNANTONIO, *Direttore.*
QUAGLIA MARIO, *Professore incaricato.*
TOURNON GIOVANNI, *Professore incaricato.*
ANDROLETTI MARTIGNAGO SILVIA, *Assistente ordinario.*
BUTERA LUIGI, *Assistente ordinario.*
SCHIARA MARCELLO, *Assistente ordinario.*
CANDELI GIUSEPPE, *Assistente straordinario.*
GRASSINO ROBERTO, *Assistente straordinario.*
MOSCA PAOLO, *Assistente straordinario.*
CHIAVES CLAUDIO, *Assistente volontario.*
FLECCHIA FIORENZO, *Assistente volontario.*
MOSCA BECCIO LAURA, *Assistente volontario.*
OSTORERO FRANCO, *Assistente volontario.*
PORCELLANA GIOVANNI, *Assistente volontario.*
FASSIO EUGENIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
REANO GIOVANNI, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
DAPRÀ MARIA, *Applicata.*
AMATO ROCCO, *Ausiliario straordinario.*
PECORARO VITTORIO, *Ausiliario straordinario.*
GIGLI GIUSEPPINA ved. SALSA, *Avvent. di 4ª cat. a carico dell'Istit.*

ISTITUTO DI MACCHINE ELETTRICHE

CARRER ANTONIO, *Direttore.*
COFFANO ANTONIO, *Professore incaricato.*
COLOMBO BASSANO, *Professore incaricato.*
QUILICO GIUSEPPE, *Professore incaricato.*
FERRARIS PAOLO, *Assistente ordinario.*
LEONE EPIFANIO, *Assistente ordinario.*
NOSETTI FRANCO, *Assistente incaricato.*
AINARDI FELICE, *Assistente volontario.*
ANTONIOLI PIER GIORGIO, *Assistente volontario.*
ARRI ERNESTO, *Assistente volontario.*
BOLLATI di SAINT PIERRE EMANUELE, *Assistente volontario.*
GATTIGLIA UMBERTO, *Assistente volontario.*
MUSTARI WALTER, *Assistente volontario.*
PETRINI EMILIO, *Assistente volontario.*

PROTTO LUIGI, *Assistente volontario.*
RICCI GIOVANNI, *Assistente volontario.*
ROLLINO GIANCARLO, *Assistente volontario.*
VILLATA FRANCO, *Assistente volontario.*
BERNO SERGIO, *Tecnico laureato incaricato.*
BERGAMASCO GIULIANO, *Tecnico esecutivo incaricato.*
LANER EDOARDO, *Tecnico straord. esecutivo a carico dell'Istituto.*
D'ONOFRIO ANTONIO, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
DI CEGLIE MICHELE, *Avvent. di 4^a categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI MACCHINE E MOTORI PER AEROMOBILI

CAPETTI ANTONIO, *Professore f. r., già Ordinario di Macchine.*

FILIPPI FEDERICO, *Direttore.*
ANDRIANO MATTEO, *Professore incaricato.*
ANTONELLI ENRICO, *Professore incaricato.*
BUSSI GIUSEPPE, *Professore incaricato.*
PANDOLFI MAURIZIO, *Professore incaricato.*
ROBOTTI AURELIO, *Professore incaricato.*
VERDUZIO LEONELLO, *Professore incaricato.*
CAMPANARO PAOLO, *Assistente ordinario.*
DADONE ANDREA, *Assistente ordinario.*
BARBERA EDOARDO, *Assistente volontario.*
BECCARI ALBERTO, *Assistente volontario.*
BERTOLO CARLO, *Assistente volontario.*
CAFFARO RORE GIULIA, *Assistente volontario.*
DORIGO GIORGIO, *Assistente volontario.*
DRAGO GIAN PAOLO, *Assistente volontario.*
DUPRÈ FRANCO, *Assistente volontario.*
FONTANESI CARLO, *Assistente volontario.*
GRASSO GIACOMO, *Assistente volontario.*
LAVAGNO EVASIO, *Assistente volontario.*
POLI LUIGI, *Assistente volontario.*
RIGAMONTI GIANNI, *Assistente volontario.*
ROSSI GIULIO CESARE, *Assistente volontario.*
ROSSO GIOVANNI, *Assistente volontario.*
STORELLI VITTORIO, *Assistente volontario.*
ZUCCHETTI FRANCO, *Assistente volontario.*

GROSSO LORENZO, *Tecnico coadiutore di ruolo.*
GIACHELLO GIORGIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ORTONI ANTONIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
RIGOTTI GUIDO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ROGGERO REMO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ZADRA GIOVANNI, *Tecnico esecutivo incaricato.*
BONIFORTI CARLA, *Avvent. straord. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
GIVA MAGNETTI PONZETTO DOMENICA, *Avvent. straord. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
CARESIO LUIGI, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
SOGNO STEFANO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO MATEMATICO

BUZANO PIETRO, *Direttore.*
LONGO CARMELO, *Professore ordinario di Geometria.*
FAVA FRANCO, *Professore straordinario di Geometria.*
ROUX DELFINA, *Professore straordinario di Analisi matematica.*
CAPRA VINCENZO, *Professore incaricato.*
PREVIALE FLAVIO, *Professore incaricato.*
SANINI ARISTIDE, *Professore incaricato.*
TANTURRI GIUSEPPE, *Professore incaricato.*
ABETE SCARAFIOTTI ANNA ROSA, *Assistente ordinario.*
BECCARI CLAUDIO, *Assistente ordinario.*
BRUNO LONGO ANNA PAOLA, *Assistente ordinario.*
CONCARO GILLI ROSALBA, *Assistente ordinario.*
CONSOLE PONCINI FRANCA, *Assistente ordinario.*
LESCHIUTTA ROLANDO MAGDA, *Assistente ordinario.*
RIVOLO MARIA TERESA, *Assistente ordinario.*
SANINI CATELLANI NIVES, *Assistente ordinario.*
UGONA MALAGUZZI CRISTINA, *Assistente ordinario.*
VACCA MARIA TERESA, *Assistente ordinario.*
VACCA JACOPA, *Assistente ordinario.*
VINCENTI GIORGIO, *Assistente ordinario.*
GALANGA LAURA, *Assistente incaricato.*
GALIZIA MARIA TERESA, *Assistente incaricato.*
EMANUELE LAURA, *Assistente straordinario.*
MORONI PAOLA, *Assistente straordinario.*
FERRARIS DONATELLA, *Assistente volontario.*

FRESIA PIERA, *Assistente volontario.*
GALLO ORSI ALESSANDRO, *Assistente volontario.*
GIANELLA GIAN MARIO, *Assistente volontario.*
MASCARELLO LAURA, *Assistente volontario.*
MIRALDI ANNA MARIA, *Assistente volontario.*
MISSANA MARCO, *Assistente volontario.*
MOLINO CANTONI MARIA, *Assistente volontario.*
NUVOLI LIDIA, *Assistente volontario.*
PAVESI MARIA LUISA, *Assistente volontario.*
PERONA GIOVANNI, *Assistente volontario.*
ROMERO PIERA, *Assistente volontario.*
RUSSO RINALDI PASQUALINA, *Assistente volontario.*
SOZZI VITTORIO, *Assistente volontario.*
TEDESCO RAVENNA LAURA, *Tecnico laureato di ruolo.*
ORSI ANNA MARIA, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istituto.*
AGLIETTI ANNA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
PICCI DONATO, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
SCIACCHITANO GIOVANNI, *Ausiliario avvent. statale.*

ISTITUTO DI MECCANICA APPLICATA, AERODINAMICA E GASDINAMICA

FERRARI CARLO, *Direttore.*
JARRE GIOVANNI, *Professore ordinario di Gasdinamica.*
MUGGIA ALDO, *Professore straordinario di Aerodinamica.*
ROMITI ARIO, *Professore straordinario di Meccanica applicata.*
GRILLI PASQUARELLI CARLO, *Professore incaricato.*
LAUSETTI ATTILIO, *Professore incaricato.*
LOCATI LUIGI, *Professore incaricato.*
MORELLI PIETRO, *Professore incaricato.*
MORTARINO CARLO, *Professore incaricato.*
QUORI FIORENZO, *Professore incaricato.*
ONORATO MICHELE, *Assistente ordinario.*
RICCI GIUSEPPE, *Assistente ordinario.*
BELFORTE GUIDO, *Assistente incaricato.*
CANCELLI CLAUDIO, *Assistente incaricato.*
PIAZZESE FRANCO, *Assistente incaricato.*
BISTAGNINO CARLO, *Assistente volontario.*
FASSIO FRANCO, *Assistente volontario.*

GASTALDI GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
LAUDANNA MARIO, *Assistente volontario.*
MASALA ANTONIO, *Assistente volontario.*
GERMANO MASSIMO, *Tecnico laureato incaricato.*
BORDONI ENRICO, *Tecnico coadiutore di ruolo.*
SAVORELLI PIETRO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
CALCAGNO EDOARDO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
CASALE GIUSEPPE, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
MAZZUOLI LIDIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
TABONE GIORGIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
TASSONE ROBERTO, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
TOSCO SILVIA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
SCALITO FRANCESCO, *Bidello capo di ruolo.*
LAVAGNA GIUSEPPE, *Bidello di 2^a classe di ruolo.*

ISTITUTO DI MECCANICA RAZIONALE

NOCILLA SILVIO, *Direttore.*
PRATELLI ALDO, *Professore straordinario di Meccanica razionale.*
SARRA MARIANGELA, *Aiuto.*
BORREANI OSTANELLO ANNA MARIA, *Assistente ordinario.*
CHIADÒ PIAT ZAVATTARO MARIA GRAZIA, *Assistente ordinario.*
MARCANTE LONGO EUGENIA, *Assistente ordinario.*
REPACI ANTONINO, *Assistente ordinario.*
RIZZI GUIDO, *Assistente incaricato.*
VATTA FURIO, *Assistente incaricato.*
MEINARDI ROLANDO MARIA ROSA, *Assistente straordinario.*
FAVELLA DE GRIFFI ELENA, *Assistente volontario*
FERRARI ATTILIO, *Assistente volontario.*
GALLINO ROBERTO, *Assistente volontario.*
PIAZZESE FRANCO, *Assistente volontario.*
TORELLO GRAZIA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
AMATEIS FRANCO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI MINERALOGIA, GEOLOGIA
E GIACIMENTI MINERARI

CAVINATO ANTONIO, *Direttore.*
CHARRIER GIOVANNI, *Professore incaricato.*
MAGNANO GIORGIO, *Professore incaricato.*
MATTEUCCI ELIO, *Professore incaricato.*
OCCELLA ENEA, *Professore incaricato.*
PERETTI LUIGI, *Professore incaricato.*
ZUCCHETTI STEFANO, *Professore incaricato.*
NATALE PIETRO, *Assistente ordinario.*
CLERICI CARLO, *Assistente volontario.*
MANCINI ANTONIO, *Assistente volontario.*
MIÈ ROBERTA, *Assistente volontario.*
LUMINI CARLO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
PANICHI CAVALLO ADRIANA, *Avvent. di 3ª categ. a carico dell'Istituto.*
SCIROCCO UMBERTO, *Bidello di 3ª classe di ruolo.*
DAMIANO ELIO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DELLA MOTORIZZAZIONE

GIOVANNOZZI RENATO, *Direttore.*
CALDERALE PASQUALE, *Professore incaricato.*
MORELLI ALBERTO, *Professore incaricato.*
MUSSO SILVIO, *Assistente ordinario.*
COPPO LUIGI, *Assistente incaricato.*
GAUTIER di CONFIENGO EDOARDO, *Assistente incaricato.*
BALBO GIORGIO, *Assistente volontario.*
BATTEZZATO LUIGI, *Assistente volontario.*
BELLOLA PIETRO, *Assistente volontario.*
CHIAPPERO RICCARDO, *Assistente volontario.*
GATTI GUIDO, *Assistente volontario.*
PUPPO UGO, *Assistente volontario.*
BOVOLENTA FLAVIO, *Tecnico esecutivo straord. a carico dell'Istit.*
LUCCI ALTEA LAURA, *Avvent. di 3ª categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

ZIGNOLI VITTORINO, *Direttore.*
MONTE ARMANDO, *Professore incaricato.*
RUSSO FRATTASI ALBERTO, *Professore incaricato.*
CHIARAVIGLIO ALBERTO, *Assistente ordinario.*
MAIOCCO UMBERTO, *Assistente straordinario.*
GONELLA RENZO, *Assistente volontario.*
IMODA PIERO, *Assistente volontario.*
JOB GIOVANNI, *Assistente volontario.*
MILONE ALBERTO, *Assistente volontario.*
VAGLIO BERNÈ CLAUDIO, *Assistente volontario.*
MANTOVANI PAOLA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI PROGETTO DI AEROMOBILI

GABRIELLI GIUSEPPE, *Direttore.*
ANTONA ETTORE, *Professore incaricato.*
CIAMPOLINI GIULIO, *Professore incaricato.*
LOCATI LUIGI, *Professore incaricato.*
VILLA GIOVANNI, *Professore incaricato.*
GASTALDI GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
MASSA PIER MASSIMO, *Assistente volontario.*
MAUTINO RICCARDO, *Assistente volontario.*
SACCHI VITTORIO, *Assistente volontario.*
SACERDOTE UGO, *Assistente volontario.*
FISCELLI EUGENIO, *Tecnico esecutivo incaricato.*
GARAVELLI MIRELLA, *Avventizia straordinaria di 3^a categoria.*
TORRENTE MICHELE, *Avvent. statale di 4^a categ.*

ISTITUTO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

DONATO LETTERIO, *Direttore.*
ROSSETTI UGO, *Professore incaricato.*
CASTIGLIA CESARE, *Aiuto.*
MARRO PIERO, *Assistente ordinario.*
MARTELOTTA RENATO, *Assistente ordinario.*

SASSI PERINO ANGELA, *Assistente ordinario.*
SINISCALCO GIORGIO, *Assistente ordinario.*
CALLARI CARLO EMANUELE, *Assistente straordinario.*
CONTINI PIERO, *Assistente straordinario.*
SALINARI NICOLA, *Assistente straordinario.*
PLEVENA FRANCO, *Assistente volontario.*
TOSONI ADA, *Assistente volontario.*
BO GIAN MARIO, *Tecnico laureato di ruolo.*
ANDORNO MARCELLO, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istit.*
BERTERO MARIO, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istituto.*
CONTI MARIO, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istituto.*
LEPORATI EZIO, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istituto.*
MUSMECI SALVATORE, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istit.*
THAON DI REVEL MAURIZIO, *Tecnico laureato straord. a carico dell'Istituto.*
ORSINI CESARE, *Tecnico coadiutore incaricato.*
FANCELLI MARIO, *Tecnico coadiutore straord. a carico dell'Istituto.*
LIVRAGA FERDINANDO *Tecnico coadiutore straord. a carico dell'Istituto.*
BERNARDI EGIDIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
CHIESA GABRIELE, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
MEINARDI GUIDO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
ROLFO MARCELLINO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
GRINDATTO ORLANDO, *Tecnico esecutivo straord. a carico dell'Ist.*
BORIOLI MARIA, *Archivista.*
POZZATO CAMERLO GIOVANNA, *Applicata.*
CANUTI ALIDA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
FABARO ROSA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
PRATO EMILIA ved. GALLI, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
ZUMPANO MONTANTI GIUSEPPINA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
MICHELA LEONE, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
PLANCHER BARBIN RINA, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*
ANTONUCCI ROMOLO, *Ausiliario straordinario.*
BASSETTO CAMILLO, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*
CALIANDRO ANTONIO, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*
CERASA DI GREGORIO ANNA MARIA, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*
LOFRESE MATTEO, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*

MANISCALCO ROBERTO, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*
MARTINOTTI PIETRO, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*
RUFFINO FRANCESCO, *Avvent. di 4^a cat. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

OBERTI GUIDO, *Direttore.*
GOFFI LUIGI, *Professore incaricato.*
GUARNIERI GIUSEPPE, *Assistente ordinario.*
PALUMBO PIERO, *Assistente ordinario.*
BELLIA CLEMENTE, *Assistente straordinario.*
BARBIERI CARLO, *Assistente volontario.*
CALVI PARISETTI GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
DANESY EMILIO, *Assistente volontario.*
LUCIANI LUCIANO, *Assistente volontario.*
ARDUINO ANDREA, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
BOSCO LELIO, *Tecnico esecutivo incaricato.*
SAMBROTTO LIDIA, *Applicata.*
SETTO GERVASIO, *Bidello di 1^a classe di ruolo.*
SUDIRO RICCARDO, *Bidello di 3^a classe di ruolo.*

ISTITUTO DI TECNOLOGIA MECCANICA

MICHELETTI GIAN FEDERICO, *Direttore.*
BONGIOVANNI GUIDO, *Professore incaricato.*
BRAY ANTHOS, *Professore incaricato.*
MANZONI SILVIO, *Professore incaricato.*
PEROTTI GIOVANNI, *Professore incaricato.*
PEROTTO PIER GIORGIO, *Professore incaricato.*
RUSSO GUALTIERO, *Professore incaricato.*
IPPOLITO ROSOLINO, *Assistente ordinario.*
LEVI RAFFAELLO, *Assistente ordinario.*
COLOSI GIUSEPPE, *Assistente straordinario.*
CODA CARLO, *Assistente straordinario.*
DIMINA VINCENZO, *Assistente straordinario.*
MAZZU' GIUSEPPE, *Assistente straordinario.*
NUVOLI ANNA, *Assistente straordinario.*

PALMERI GIUSEPPE, *Assistente straordinario.*
BRUNO POMPILIO, *Assistente volontario.*
CAPPABIANCA FEDERICO, *Assistente volontario.*
CERUTTI MICHELE, *Assistente volontario.*
DE FILIPPI AUGUSTO, *Assistente volontario.*
DE FILIPPO GIOVANNI, *Assistente volontario.*
DORIA CANDIDO, *Assistente volontario.*
GRAZIANI GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
LISARDI ALDO, *Assistente volontario.*
MARTINOTTI ENRICO, *Assistente volontario.*
MAURELLA ANTONIO, *Assistente volontario.*
MISUL MARIO, *Assistente volontario.*
PENNACINI NICOLA, *Assistente volontario.*
PESCIVOLO SERGIO, *Assistente volontario.*
ROSSETTO SERGIO, *Assistente volontario.*
TASSO TOMMASO, *Assistente volontario.*
TERRANOVA CARMELO, *Assistente volontario.*
VICENTINI VITTORIO, *Assistente volontario.*
ROCCATO CARLO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
SAMMARCO MARTIN MARISA, *Avvent. straord. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
DOGLIANI COSTAMAGNA CATERINA, *Avvent. di 4^a categ. a carico dell'Istituto.*
FERRARI UMBERTO, *Avvent. di 4^a categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI TOPOGRAFIA

INGHILLERI GIUSEPPE, *Direttore.*
LESCA CORRADO, *Assistente ordinario.*
DEMICHELI ANNA MARIA, *Assistente volontario.*
MERLETTI GIAN SECONDO, *Assistente volontario.*
SENA CARMELO, *Assistente volontario.*
QUARONA OSVALDO, *Tecnico coadiutore straord. a carico dell'Istit.*
SATTA PIETRO, *Tecnico coadiutore straord. a carico dell'Istituto.*
SALUZZO GIOVANNI, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
FAGGIANINI GABRIELLA, *Avvent. di 3^a cat. a carico dell'Istituto.*
ANNUNZIATA CARMINE, *Bidello di 1^a classe di ruolo.*

ISTITUTO DI TRASPORTI E STRADE

ZIGNOLI VITTORINO, *Direttore.*
CASTIGLIA CESARE, *Professore incaricato.*
RUSSO FRATTASI ALBERTO, *Professore incaricato.*
BERTOLOTTI CARLO, *Assistente ordinario.*
SANTAGATA FELICE, *Assistente ordinario.*
BIFFIGNANDI GIORGIO, *Assistente volontario.*
CAPILUPPI GIANFRANCO, *Assistente volontario.*
CHIORINO MARIO ALBERTO, *Assistente volontario.*
MAROCCHI DANTE, *Assistente volontario.*
FURNARI EPIFANIO, *Tecnico laureato di ruolo.*
ROSSI FULVIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
BANDIERA GIANFRANCO, *Tecnico esecutivo straordinario a carico dell'Istituto.*
MONTERSINO OLGA, *Avventizia statale di 3ª categoria.*
BERRUTI GIANCARLO, *Avvent. di 3ª cat. a carico dell'Istituto.*
RASTELLI MARIA ROSA, *Avvent. di 3ª cat. a carico dell'Istituto.*
AMATO GIOVANNI, *Ausiliario straordinario.*
ZUCCO ANDREA, *Ausiliario straordinario.*

OFFICINA MECCANICA CENTRALE

CAMPANARO PIETRO, *Direttore.*
BELMONDO GIACOMO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
BORGNA ERMINIO, *Tecnico esecutivo di ruolo.*
DELLINO LORENZO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'officina.*
ROSSO LUIGI, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'officina.*
CARNINO ANGELO, *Avvent. di 4ª categ. a carico dell'officina.*
LOFRESE ANTONIO, *Avvent. di 4ª categ. a carico dell'officina.*

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

**Ruolo di anzianità professori - Insegnanti - Liberi docenti
Aiuti - Assistenti - Personale tecnico e ausiliario**

Facoltà di Architettura - Ruolo di anzianità

(Situazione al 1-2-1967 come da Ruoli di Anzianità del Ministero della P. I.).

Professori ordinari

N. d'ordine	COGNOME E NOME	Data di nascita	DECORRENZA		Coeff.
			della prima ammissione nel ruolo	della nomina a ordinario	
1	Pugno Gius. Maria . .	17-5-1900	1-12-1933	1-12-1936	1040
2	Verzone Paolo	12-10-1902	1-12-1942	1-12-1945	»
3	Mollino Carlo	6-5-1905	1-2-1953	1-2-1956	970
4	Goria Carlo	3-11-1910	15-12-1954	15-12-1957	»
5	Bairati Cesare	13-1-1910	1-11-1955	1-11-1958	»
6	Ciribini Giuseppe . . .	20-1-1913	1-12-1963	1-12-1966	700
7	Enrico Pellegrini . . .	6-3-1912	1-2-1964	1-2-1967	»
Professori straordinari					
8	Roggero M. Federico . .	4-3-1919	16-11-1964	—	580
9	Rigotti Giorgio	21-9-1905	1-12-1965	—	»

PUGNO dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto, *Preside*.

Professori ordinari

(in ordine d'anzianità)

- ✓ PUGNO dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto, di *Scienza delle costruzioni*.
- ✓ VERZONE dott. ing. PAOLO, predetto, di *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti*.
- ✓ MOLLINO dott. arch. CARLO, Vice presidente dell'Istituto di Architettura montana di Torino; Consigliere della Società promotrice delle belle arti di Torino; di *Composizione architettonica II*.
- ✓ GORIA dott. CARLO, Socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino; Membro della Commissione del C.N.R. per lo studio dei leganti idraulici; Membro del Sottocomitato Calcestruzzo Grandi Dighe; di *Chimica generale e applicata*.

- ✓ b BAIRATI dott. arch. CESARE, Membro dell'Istituto di Architettura montana; Membro del Consiglio dell'Ordine degli Architetti del Piemonte; Membro del gruppo di studio del C.N.R. per il coordinamento modulare nell'edilizia; Membro del Consiglio Direttivo dell'ICITE; Membro della Società degli Ingegneri e Architetti di Torino; Membro dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Composizione architettonica I.*
- o CIRIBINI dott. ing. GIUSEPPE, comm. ⚡; Membro del « Conseil International du Bâtiment »; di *Elementi costruttivi.*
- o PELLEGRINI dott. arch. ENRICO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti.*

ordinario dal 1° 12. 68
 dal 16. 11. 67
 Professori straordinari

ROGGERO dott. arch. MARIO FEDERICO, Cav. uff. ⚡; Comm. dell'Ordine Equestre del Santo Sepolcro di Gerusalemme; Chevalier de l'Ordre des Arts et des Lettres de France; Membro del Consiglio Italiano dell'U.I.A. (Union Internationale Architectes); Consigliere Nazionale del C.N.E.T.O.; Membro del Consiglio Nazionale della Sezione Italiana dell'Internationales Burgen Institut; Consigliere Amministrativo del Consorzio Provinciale Istruzione Tecnica; Membro del Consiglio Federale dell'A.N.I.A.I.; Direttore Responsabile della Sezione d'Arte Sacra della C.L.D. di Torino; Consigliere dell'Ente Provinciale per il Turismo; Membro della Commissione Igienico Edilizia della città di Torino; di *Caratteri distributivi degli edifici.*

RIGOTTI dott. ing. GIORGIO, predetto, di *Arte dei giardini.*

o Pizzetti dott. ing. Emilio - *Tecnologia dei materiali - trasferito da Venezia, dal 1° 11. 1967*
 o Gabetti dott. arch. Roberto, di *Elementi di composizione, dal 1° 11. 1967*
 Professori incaricati

- ✓ ALOISIO prof. dott. arch. OTTORINO, comm. ⚡, di *Scenografia (corso sdoppiato).*
- ✓ BAIRATI prof. dott. arch. CESARE, predetto, di *Urbanistica II.*
- BONINO dott. ANTONIO, di *Lingua tedesca.*
- CENTO dott. arch. GIUSEPPE, ⚡, di *Applicazioni di geometria descrittiva.*
- CERESA prof. dott. arch. PAOLO, Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Architettura degli interni, arredamenti e decorazione I.*

- CHIERICI prof. dott. arch. UMBERTO, di *Restauro dei monumenti*.
- DALL'ACQUA prof. dott. GIANFRANCO, ✚, di *Igiene edilizia*.
- DARDANELLI prof. dott. ing. GIORGIO, predetto, comm. ✚, di *Meccanica razionale e statica grafica*.
- DEABATE pittore TEONESTO, di *Scenografia* e di *Disegno dal vero II*.
- DE BERNARDI prof. dott. arch. DARIA, nata FERRERO, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura II*.
- DE CRISTOFARO dott. arch. MARIA GABRIELLA, nata ROVERA, di *Scienza delle costruzioni I*.
- DETRAGIACHE prof. dott. ANGELO, di *Materie giuridiche*.
- FASOGLIO dott. ARTURO, Socio del British Institute; di *Lingua inglese*.
- FERROGLIO prof. dott. ing. LUIGI, ✚, di *Impianti tecnici*.
- GABETTI prof. dott. arch. ROBERTO, di *Elementi di composizione*.
- GORIA prof. dott. CARLO, predetto, di *Mineralogia e geologia*.
- MOLLINO prof. dott. arch. CARLO, predetto, di *Decorazione*.
- MONDINO prof. dott. arch. FILIPPO, Consigliere della Società Ingegneri ed Architetti di Torino; di *Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva*.
- MOSSO prof. dott. arch. LEONARDO, di *Plastica ornamentale*.
- PALOZZI prof. dott. GIORGIO, di *Analisi matematica e geometria analitica I* e di *Analisi matematica e geometria analitica II*.
- PASSANTI prof. dott. arch. MARIO, Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.
- PELLEGRINI prof. dott. arch. ENRICO, predetto, di *Disegno dal vero I*.
- PUGNO dott. ing. GIUSEPPE ANTONIO, Cavaliere dell'Ordine Equestre del Santo Sepolcro di Gerusalemme; Socio dell'Associazione Italiana di Illuminazione; di *Fisica tecnica*.
- PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni*.
- RASPINO dott. ing. GIOVANNI, Socio dell'Associazione Italiana Ingegneria Agraria; Presidente della Sezione di Torino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia; di *Topografia e costruzioni stradali*.

VAUDETTI prof. dott. arch. FLAVIO, Socio effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, di *Estimo ed esercizio professionale*.

VENTURELLO dott. CECILIA, nata BRIGATTI, di *Fisica generale*.

VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, predetto, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura I*.

VIGLIANO prof. dott. arch. GIAMPIERO, di *Urbanistica I*.

Liberi docenti

ALOISIO dott. arch. OTTORINO, predetto, in *Composizione architettonica* (D. M. 18 aprile 1936 e confermato con D. M. 24 luglio 1941).

BERLANDA dott. arch. FRANCESCO, Membro effettivo dell'Istituto Nazionale d'Urbanistica; in *Architettura degli interni, arredamento e decorazione* (D. M. 10 settembre 1959 e confermato con D. M. 29 marzo 1965).

CERESA dott. arch. PAOLO, predetto, in *Architettura degli interni, arredamento e decorazione* (D. M. 28 luglio 1942 e confermato con D. M. 28 giugno 1948).

CHIERICI dott. arch. UMBERTO, predetto, in *Restauro dei monumenti* (D. M. 5 aprile 1952 e confermato con D. M. 16 aprile 1957).

CIRIBINI dott. ing. GIOVANNA, nata GUARNERIO, Membro associato dell'«International University Contact for Management Education» - Delft; in *Cantieri* (D. M. 20 settembre 1963). Conferenza 4/12/69
DAL'ACQUA dott. GIAN FRANCO, predetto, in *Igiene edilizia* (D. M. 20 settembre 1963) (già abilitato per Igiene presso l'Università di Torino, D. M. 7 maggio 1958 e confermato con D. M. 5 ottobre 1963).

DE BERNARDI dott. arch. DARIA, nata FERRERO, predetta, in *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti* (D. M. 2 agosto 1961 e confermato con D. M. 23 novembre 1966).

DETRAGIACHE dott. ANGELO, in *Sociologia urbana* (D. M. 1° ottobre 1967).

FERROGLIO dott. ing. LUIGI, predetto, in *Idraulica* (D. M. 17 febbraio 1939 e confermato con D. M. 19 giugno 1944).

GABETTI dott. arch. ROBERTO, predetto, in *Architettura tecnica* (D. M. 31 ottobre 1958 e D. M. 13 aprile 1964) e in *Composizione architettonica* (D. M. 15 aprile 1959 e confermato con D. M. 31 agosto 1964).

Gandano arch. Gioi, di Elementi di architettura
Liberio dei monumenti, DM 15.10.1968

1961-11-1967 = D.M.

4/12/69

materiali e tecnica dell'edilizia
D.M. 30.11.1967

Bertuglia dott. Cristoforo Sergio, in Pianificazione territoriale urbanistica

Ceragioli dott. ing. Giorgio, in Elementi costruttivi, D.M. 23.1.1968

Clerici dott. ing. Augusto, in Pianificazione territoriale urbanistica
D.M. 18.11.1967

De Cristofaro dott. arch. Maria Gabriella, nata Rovera, in tecnologia dei

Prof. Shand
dal 1° 11.68

✓ MOLLI BOFFA dott. arch. ALESSANDRO, , , membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, in *Urbanistica* (D. M. 12 agosto 1942 e confermato con D. M. 2 febbraio 1948).

✓ MONDINO dott. arch. FILIPPO, predetto, in *Teoria e pratica della prospettiva* (D. M. 20 settembre 1963), *conferma DM 3.1.69*

✓ MOSSO dott. arch. LEONARDO, predetto, in *Composizione architettonica* (D. M. 5 novembre 1962). *Conferma DM 20.5.1968*

✓ PALOZZI dott. GIORGIO, predetto, in *Analisi matematica* (D. M. 12 marzo 1936 e confermato con D. M. 1° maggio 1941).

✓ *Passanti* dott. arch. MARIO in *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti*
✓ PERELLI dott. arch. CESARE, in *Urbanistica* (D. M. 17 marzo 1939 e confermato con D. M. 18 ottobre 1946).

✓ *Pugno* dott. ing. GIUSEPPE ANTONIO - *Illuminazione ed acustica nell'edilizia*
✓ RENACCO dott. arch. NELLO, Cav. Uff. O.M.R.I.; Premio Nazionale di Architettura IN ARCH 1962; Membro effettivo dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; Membro del Consiglio Superiore dei LL.PP.; in *Urbanistica* (D. M. 30 settembre 1959).
D.M. 5.7.1968

✓ VAUDETTI dott. arch. FLAVIO, predetto, in *Estimo ed esercizio professionale* (D. M. 8 luglio 1957 e confermato con D. M. 7 settembre 1962).

✓ VIGLIANO dott. arch. GIAMPIERO, predetto, in *Tecnica urbanistica* (D. M. 16 agosto 1958 e confermato con D. M. 20 aprile 1964).

Aiuti ordinari

~~GABETTI prof. dott. arch. ROBERTO, predetto, di *Composizione architettonica II*. *shard. dal 1° 11. 67*~~

Assistenti ordinari

BRINO dott. arch. GIOVANNI, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti*.

CASALI dott. arch. MARIA LODOVICA, di *Urbanistica I*.

CERAGIOLI dott. ing. GIORGIO, di *Elementi costruttivi*.

Corico dott. arch. FRANCO, *Urbanistica II, dal 1° 11. 66*
DE BERNARDI prof. dott. arch. DARIA, nata FERRERO, predetta, di *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti*.

DEROSSA dott. arch. PIETRO, Rappresentante della Facoltà di Architettura presso il Direttivo dell'A.T.A.V.P.; di *Composizione architettonica II*.

D.M. 15.12.1965

Gerbi arch. Bruno n. Basti, Geometria descrittiva
con elementi di proiettiva, dal 16.10.67

GARDANO dott. arch. GIOVANNI, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I.*
Giordani dott. arch. Giuseppe, *Compositi, arch. edon. II*, dal 16.9.67

GRESpan dott. ing. ORLANDO, di *Fisica tecnica.*

LORINI dott. arch. GIUSEPPE, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione II.*

MANDRACCI dott. arch. VERA, nata COMOLI, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura II.*

Mesturino arch. Roberto, di *Scienza delle costruzioni* - dal 10.1.1968

MESTURINO dott. arch. UGO, di *Caratteri distributivi degli edifici.*

NEGRO dott. ALFREDO, di *Chimica generale ed applicata.*

OREGLIA D'ISOLA dott. arch. AIMARO, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione.*

TRISCIUOGGIO dott. arch. ANNA MARIA, nata ZORGNO, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni.*

VARALDO dott. arch. GIUSEPPE, Corrispondente per il Piemonte dei quaderni di « Chiesa e Quartiere », Ed. UTOA, Bologna; Membro della Commissione Liturgica Diocesana, sezione Arte Sacra, della Diocesi di Torino; di *Composizione architettonica II.*

VITI dott. arch. STEFANIA, nata DE STEFANO, di *Analisi matematica e geometria analitica.*

ZUCCOTTI dott. arch. GIAN PIO, Socio dell'Associazione Ingegneri e Architetti di Torino; Socio di « Italia nostra »; Socio aderente dell'Istituto Nazionale di Urbanistica (I.N.U.), di *Composizione architettonica I.*

ZUCCOTTI dott. arch. GIOVANNA, di *Applicazioni di Geometria descrittiva.*

Assistenti incaricati

BUTRICO dott. arch. GIOVANNI, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura.*

POZZI dott. arch. ENRICO GIOVANNI, di *Scienza delle costruzioni.*

Assistenti straordinari

DAVICO dott. arch. MICAELA, nata VIGLINO, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura.*

DE BERNARDI dott. arch. ATTILIO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II.*

GIAY dott. arch. EMILIO, Socio dell'Associazione Italiana Prefabbricazione; Socio del Circolo degli Artisti di Torino; Socio del Gruppo di ricerche sul Folclore e sull'Architettura Rustica dei « Chevalier du Gobelet », Montreal, Canada, per la provincia del Quebec; Corrispondente del Building Research Council al C.N.R. di Ottawa, Canada; Socio fondatore del « Centro Nazionale Studi sulla Prefabbricazione Strutturale presso l'Istituto di Tecnica delle Costruzioni del Politecnico di Torino »; Socio del Mc Gill Camera Club 1965, Montreal, Canada; di *Caratteri distributivi*.

PRIANTE dott. arch. BRUNO, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni*.

ROSA dott. MICHELE ARMANDO, di *Mineralogia e geologia*.

Assistenti volontari

ACROME dott. arch. CESARE, di *Scenografia* (corso sdoppiato).

ALZONA dott. arch. PIERINO, di *Applicazioni di geometria descrittiva*.

AMATO dott. ing. IGNAZIO, di *Fisica generale*.

AMIRANTE dott. arch. PAOLO, di *Disegno dal vero II*.

ARLUNNO dott. ing. GIANNI, di *Scienza delle costruzioni*.

BELTRANDI dott. MARIO, di *Meccanica razionale e statica grafica*.

BERTOLA dott. arch. CARLO, di *Estimo ed esercizio professionale*.

BERTOLA dott. DONATO, di *Mineralogia e geologia*.

BOTTARI dott. arch. ALBERTO, Socio aderente dell'I.N.U.; di *Urbanistica II*.

BRUNO dott. arch. ANDREA, di *Restauro dei monumenti*.

BRUNO dott. arch. VANNA, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura*.

BULLIO dott. ing. SERGIO, di *Topografia e costruzioni stradali*.

CAMEDRIO dott. arch. TULLIO, di *Impianti tecnici*.

CAPRIOLO dott. arch. GIULIO, di *Arte dei giardini*.

CORSICO dott. ing. VIRGILIO, di *Analisi matematica e geometria analitica*.

CUSSINO dott. LUCIANO, di *Chimica generale ed applicata*.

D'AGNOLO VALLAN dott. arch. FRANCESCO, di *Composizione architettonica II*.

- DEABATE dott. arch. LUCA, di *Composizione architettonica I.*
- DE FABIANI dott. arch. VITTORIO, di *Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti.*
- DE FERRARI dott. arch. GIORGIO, di *Elementi di composizione.*
- DE MATTIA dott. ing. MARIO, di *Topografia e costruzioni stradali.*
- DE SCALZI dott. arch. ANGELO, di *Applicazioni di geometria descrittiva.*
- FABBRI dott. arch. POMPEO, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione I.*
- FERRONI dott. arch. ADRIANA, nata GARIZIO, di *Elementi di composizione.*
- FOTI dott. arch. MASSIMO, di *Elementi costruttivi.*
- FRISA dott. arch. ANNA, di *Composizione architettonica II.*
- GERBI dott. arch. BRUNA, nata BASSI, di *Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva.*
- GILLI dott. arch. VITTORIO, di *Elementi costruttivi.*
- GIORDANINO dott. arch. GIUSEPPE, di *Composizione architettonica I.*
- GIOVANNETTI dott. arch. GIORGIO, di *Meccanica razionale e statica grafica.*
- GIRIODI dott. arch. SISTO, di *Composizione architettonica II.*
- GISLON dott. ing. GIOVANNI MARIA, di *Fisica tecnica.*
- GISLON dott. arch. PAOLA, nata PELLEGRINI, di *Scenografia.*
- GUGLIELMINO dott. arch. ALDO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti.*
- JORIO dott. arch. ANNA MARIA, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura II.*
- LAMBROCCO dott. arch. GIORGIO, di *Restauro dei monumenti.*
- MAGNAGHI dott. arch. AGOSTINO, di *Plastica ornamentale.*
- MATTIA dott. arch. DOMENICO, di *Plastica ornamentale.*
- MATTONE dott. arch. ROBERTO, di *Scienza delle costruzioni I.*
- MORBELLI dott. arch. GUIDO, di *Urbanistica II.*
- NASCÈ dott. arch. CHIARA, nata RONCHETTA, di *Caratteri distributivi degli edifici.*

- NEBBIA dott. arch. GIUSEPPE, di *Urbanistica I*.
- NOVARA dott. arch. CARLO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.
- OGNIBENE dott. arch. FRANCESCO, di *Urbanistica I*.
- ORLANDO dott. arch. GIUSEPPE MARIO, Socio Associazione « Italia nostra »; Socio Soc. Ingegneri e Architetti in Torino; Socio Società Piemontese Archeologia e Belle Arti, Membro dell'Associazione generale per l'Edilizia; di *Arte dei giardini*.
- PANIZZA dott. arch. ALDA, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti II*.
- PAOLINI dott. arch. ALDA, nata NAVALE, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura II*.
- PELLI dott. GABRIELE, di *Chimica generale ed applicata*.
- PELLISSONE dott. arch. ALDO, di *Scenografia* (corso sdoppiato).
- PRATESI dott. arch. LUIGI, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni*.
- PUGNO dott. arch. FRANCA, nata FANCI, di *Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva*.
- QUARANTA dott. arch. GIORGIO, Socio I.N.U. (Istituto Nazionale di Urbanistica); di *Elementi costruttivi*.
- RE dott. arch. LUCIANO, di *Composizione architettonica II*.
- RIGAMONTI dott. arch. RICCARDA, di *Composizione architettonica II*.
- RIGAZZI dott. MAURIZIA, di *Igiene edilizia*.
- RIONTINO dott. GIUSEPPE, di *Fisica generale*.
- RIVELLA dott. arch. MARIO, di *Scenografia*.
- ROLANDI dott. arch. TULLIO, di *Disegno dal vero I*.
- RONCAROLO dott. arch. ERINNA, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I*.
- RONCHETTA dott. DONATELLA, di *Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura I*.
- ROSATI dott. arch. OTTORINO, di *Disegno dal vero I*.
- ROSSI dott. arch. TERESA LUCIA, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione I*.
- ROSSO dott. arch. RICCARDO, di *Composizione architettonica II*.

RUFFINENGO dott. arch. FLAVIO, di *Estimo ed esercizio della professione.*

RUSSO dott. arch. GIUSEPPE, di *Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni.*

SCATTI dott. arch. MARIO, di *Caratteri distributivi degli edifici.*

SCHIAVINATO dott. arch. GUGLIELMO, di *Scienza delle costruzioni.*

SCOLARI dott. arch. ALBERTO, di *Caratteri distributivi degli edifici.*

SEMINO dott. arch. MARIO, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione I.*

STAFFERI dott. LUISA, di *Mineralogia e Geologia.*

STANCHI dott. arch. PIER MASSIMO, di *Disegno dal vero II.*

TARICCO dott. arch. MARGHERITA, di *Topografia e costruzioni stradali.*

TORRETTA dott. arch. GIOVANNI, Membro dell'Istituto Nazionale di Urbanistica; di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti.*

TROMPEO prof. dott. GIORGIO, ✕², ✎, Libero docente di Igiene; Socio ordinario dell'« Associazione Italiana per l'Igiene e la Sanità Pubblica »; Socio ordinario della « Società Italiana di Medicina del Lavoro »; di *Igiene edilizia.*

VACCA ARLERI dott. arch. ALDO, di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti I.*

VERDUN dott. arch. MARIO, di *Architettura degli interni, arredamento e decorazione I.*

PERSONALE TECNICO

Tecnici Laureati di ruolo

STAFFERI dott. LUISA, *tecnico laureato di 2ª classe*, addetto all'Istituto di *Chimica generale ed applicata.*

GISLON dott. arch. PAOLA, nata PELLEGRINI, predetta, *tecnico laureato di 3ª classe*, addetta all'Istituto di *Storia dell'architettura.*

Tecnici Laureati Incaricati

ARLUNNO dott. arch. GIANNI, predetto, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

CERETTI dott. arch. GIORGIO, addetto all'Istituto di *Caratteri distributivi degli edifici*.

MARTINA dott. arch. ENRICHETTO, addetto all'Istituto di *Elementi di Architettura e Rilievo dei monumenti*.

MATTEOLI dott. arch. LORENZO, addetto all'Istituto di *Elementi costruttivi*.

ROSATI dott. arch. OTTORINO, predetto, addetto all'Istituto di *Elementi di Architettura e Rilievo dei monumenti*.

SCHIAVINATO dott. arch. GUGLIELMO, predetto, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

Tecnici Coadiutori Incaricati

DE BELLIS geom. NATALE, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

FINELLO per. chim. FRANCO, addetto all'Istituto di *Chimica generale e applicata*.

GIACOMINI per. ind. MASSIMILIANA, nata DI GANGI, addetta all'Istituto di *Storia dell'Architettura*.

TECNICI STRAORDINARI A CARICO DEGLI ISTITUTI

Esecutivi

MUSSA FRANCO, addetto all'Istituto di *Elementi costruttivi*.

Ausiliari di Ruolo

GARNERO MICHELE, *bidello di 1ª classe*, addetto alla *Presidenza*.

LUPINI FILIPPO, *bidello di 2ª classe*, custode.

BIALE VALERIO, *bidello di 3ª classe*, addetto ai *Servizi generali*.

CARAMAGNA GIOVANNI, *bidello di 3ª classe*, addetto all'Istituto di *Chimica generale ed applicata*.

VIETTI ACHILLE, *bidello di 3ª classe*, addetto ai *Servizi generali*.

Ausiliari Avventizi Statali

PRATO DOMENICA, ved. SALASSA, addetta all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

Ausiliari straordinari

AMBRUNO ROMANO, addetto all'Istituto di *Elementi costruttivi*.

CILANO GIORGIO, addetto all'Istituto di *Storia dell'architettura*.

DIAMANTE FRANCO, addetto all'Istituto di *Scienza delle costruzioni*.

GARAGLIANO GIUSEPPE, addetto all'Istituto di *Caratteri distributivi*.

GRASSEDONIO SALVATORE, addetto ai servizi generali.

PITRUZZELLA GUIDO, addetto all'Istituto di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti*.

Personale avventizio di 4^a categoria a carico degli Istituti

PEROTTI GIOVANNI, addetto all'Istituto di *Elementi di architettura e rilievo dei monumenti*.

PERSONALE SUDDIVISO PER ISTITUTI

Istituti della Facoltà

ISTITUTO DI CARATTERI DISTRIBUTIVI DEGLI EDIFICI

ROGGERO MARIO FEDERICO, *Direttore.*
FERROGLIO LUIGI, *Professore incaricato.*
GABETTI ROBERTO, *Professore incaricato.*
VAUDETTI FLAVIO, *Professore incaricato.*
MESTURINO UGO, *Assistente ordinario.*
GIAY EMILIO, *Assistente straordinario.*
BERTOLA CARLO, *Assistente volontario.*
CAMEDRIO TULLIO, *Assistente volontario.*
DE FERRARI GIORGIO, *Assistente volontario.*
FERRONI GARIZIO ADRIANA, *Assistente volontario.*
NASCÈ RONCHETTA CHIARA, *Assistente volontario.*
RUFFINENGO FLAVIO, *Assistente volontario.*
SCATTI MARIO, *Assistente volontario.*
SCOLARI ALBERTO, *Assistente volontario.*
CERETTI GIORGIO, *Tecnico laureato incaricato.*
CHA SILVIA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*
GARAGLIANO GIUSEPPE, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI CHIMICA GENERALE ED APPLICATA

GORIA CARLO, *Direttore.*
DALL'ACQUA GIANFRANCO, *Professore incaricato.*
PALOZZI GIORGIO, *Professore incaricato.*
VENTURELLO BRIGATTI CECILIA, *Professore incaricato.*
NEGRO ALFREDO, *Assistente ordinario.*

VITI DE STEFANO STEFANIA, *Assistente ordinario.*
ROSA MICHELE, *Assistente straordinario.*
AMATO IGNAZIO, *Assistente volontario.*
BERTOLA DONATO, *Assistente volontario.*
CORSICO VIRGILIO, *Assistente volontario.*
CUSSINO LUCIANO, *Assistente volontario.*
PELLI GABRIELE, *Assistente volontario.*
RIGAZZI MAURIZIA, *Assistente volontario.*
RIONTINO GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
STAFFERI LUISA, *Assistente volontario.*
TROMPEO GIORGIO, *Assistente volontario.*
FINELLO FRANCO, *Tecnico coadiutore incaricato.*
GAMBA GIUSEPPE, *Avventizio statale di 2ª categoria.*
CARAMAGNA GIOVANNI, *Bidello di 3ª classe di ruolo.*

ISTITUTO DI COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA

MOLLINO CARLO, *Direttore.*
CERESA PAOLO, *Professore incaricato.*
GABETTI ROBERTO, *Aiuto.*
DEROSSI PIETRO, *Assistente ordinario.*
LORINI GIUSEPPE, *Assistente ordinario.*
OREGLIA d'ISOLA AIMARO, *Assistente ordinario.*
VARALDO GIUSEPPE, *Assistente ordinario.*
D'AGNOLO VALLAN FRANCESCO, *Assistente volontario.*
FABBRI POMPEO, *Assistente volontario.*
FRISA ANNA, *Assistente volontario.*
GIRIODI SISTO, *Assistente volontario.*
RE LUCIANO, *Assistente volontario.*
RIGAMONTI RICCARDA, *Assistente volontario.*
ROSSI TERESA LUCIA, *Assistente volontario.*
ROSSO RICCARDO, *Assistente volontario.*
SEMINO MARIO, *Assistente volontario.*
TAMAGNO ELENA, *Assistente volontario.*
VERDUN MARIO, *Assistente volontario.*
ACTIS PIERA, *Avventizia statale di 3ª categoria.*

ISTITUTO DI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CIRIBINI GIUSEPPE, *Direttore.*

BONINO ANTONIO, *Professore incaricato.*

FASOGLIO ARTURO, *Professore incaricato.*

MONDINO FILIPPO, *Professore incaricato.*

CERAGIOLI GIORGIO, *Assistente ordinario.*

FOTI MASSIMO, *Assistente volontario.*

GERBI BASSI BRUNA, *Assistente volontario.*

GILLI VITTORIO, *Assistente volontario.*

PUGNO FANCI FRANCA, *Assistente volontario.*

QUARANTA GIORGIO, *Assistente volontario.*

MATTEOLI LORENZO, *Tecnico laureato incaricato.*

MUSSA FRANCO, *Tecnico esecut. straord. a carico dell'Istituto.*

CHISSOTTI LUISA, *Avvent. di 3^a categ. a carico dell'Istituto.*

AMBRUNO ROMANO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI ELEMENTI DI ARCHITETTURA E RILIEVO DEI MONUMENTI

PELLEGRINI ENRICO, *Direttore.*

CENTO GIUSEPPE, *Professore incaricato.*

DEABATE TEONESTO, *Professore incaricato.*

MOSSO LEONARDO, *Professore incaricato.*

PASSANTI MARIO, *Professore incaricato.*

BRINO GIOVANNI, *Assistente ordinario.*

GARDANO GIOVANNI, *Assistente ordinario.*

ZUCCOTTI GIOVANNA, *Assistente ordinario.*

DE BERNARDI ATTILIO, *Assistente straordinario.*

ALZONA PIERINO, *Assistente volontario.*

AMIRANTE PAOLO, *Assistente volontario.*

DE SCALZI ANGELO, *Assistente volontario.*

GUGLIELMINO ALDO, *Assistente volontario.*

MAGNAGHI AGOSTINO, *Assistente volontario.*

MATTIA DOMENICO, *Assistente volontario.*

NOVARA CARLO, *Assistente volontario.*

PANIZZA ALDA, *Assistente volontario.*

ROLANDI TULLIO, *Assistente volontario.*

RONCAROLO ERINNA, *Assistente volontario.*
ROSATI OTTORINO, *Assistente volontario.*
STANCHI PIER MASSIMO, *Assistente volontario.*
TORRETTA GIOVANNI, *Assistente volontario.*
VACCA ARLERI ALDO, *Assistente volontario.*
MARTINA ENRICHETTO, *Tecnico laureato incaricato.*
PITRUZZELLA GUIDO, *Ausiliario straordinario.*
PEROTTI GIOVANNI, *Avvent. di 4^a categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE E PROGETTAZIONI

BAIRATI CESARE, *Direttore.*
RIGOTTI GIORGIO, *Professore straordinario di Arte dei giardini.*
ALOISIO OTTORINO, *Professore incaricato.*
DEABATE TEONESTO, *Professore incaricato.*
DETRAGIACHE ANGELO, *Professore incaricato.*
RASPINO GIOVANNI, *Professore incaricato.*
VIGLIANO GIAMPIERO, *Professore incaricato.*
CASALI MARIA LODOVICA, *Assistente ordinario.*
ZUCCOTTI GIAN PIO, *Assistente ordinario.*
ACROME CESARE, *Assistente volontario.*
BOTTARI ALBERTO, *Assistente volontario.*
BULLIO SERGIO, *Assistente volontario.*
CAPRIOLO GIULIO, *Assistente volontario.*
DEABATE LUCA, *Assistente volontario.*
DE MATTIA MARIO, *Assistente volontario.*
DE SCALZI ANGELO, *Assistente volontario.*
GIORDANINO GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
GIOVANNETTI GIORGIO, *Assistente volontario.*
GIRIODI SISTO, *Assistente volontario.*
GISLON PELLEGRINI PAOLA, *Assistente volontario.*
MINUCCIANI PAOLA, *Assistente volontario.*
MORBELLI GUIDO, *Assistente volontario.*
NEBBIA GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
OGNIBENE FRANCESCO, *Assistente volontario.*
ORLANDO GIUSEPPE MARIO, *Assistente volontario.*
PELLISSONE ALDO, *Assistente volontario.*

RIVELLA MARIO, *Assistente volontario.*
STANCHI PIER MASSIMO, *Assistente volontario.*
TARICCO MARGHERITA, *Assistente volontario.*
MOCCHIA CRISTINA, *Avvent. di 3ª categ. a carico dell'Istituto.*

ISTITUTO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

PUGNO GIUSEPPE MARIA, *Direttore.*
DARDANELLI GIORGIO, *Professore incaricato.*
DE CRISTOFARO ROVERA MARIA GABRIELLA, *Professore incar.*
PUGNO GIUSEPPE ANTONIO, *Professore incaricato.*
GRESPLAN ORLANDO, *Assistente ordinario.*
TRISCIUOGGIO ZORGNO ANNA MARIA, *Assistente ordinario.*
POZZI ENRICO, *Assistente incaricato.*
PRIANTE BRUNO, *Assistente straordinario.*
ARLUNNO GIANNI, *Assistente volontario.*
BELTRANDI MARIO, *Assistente volontario*
GIANNETTI GIANNI, *Assistente volontario.*
GIOVANNETTI GIORGIO, *Assistente volontario.*
GISLON GIOVANNI MARIA, *Assistente volontario.*
MATTONE ROBERTO, *Assistente volontario.*
PRATESI LUIGI, *Assistente volontario.*
RUSSO GIUSEPPE, *Assistente volontario.*
SCHIAVINATO GUGLIELMO, *Assistente volontario.*
DE BELLIS NATALE, *Tecnico coadiutore incaricato.*
BELLIARDO ROIONE ANNA MARIA, *Avventizia statale di 3ª categ.*
STRUMIA ROSALBA, *Avvent. di 3ª categ. a carico dell'Istituto.*
GARNERO MICHELE, *Bidello di 1ª classe di ruolo.*
PRATO DOMENICA, *Avvent. statale di 4ª categ.*
DIAMANTE FRANCO, *Ausiliario straordinario.*

ISTITUTO DI STORIA DELL'ARCHITETTURA

VERZONE PAOLO, *Direttore.*
CHIERICI UMBERTO, *Professore incaricato.*
DE BERNARDI FERRERO DARIA, *Professore incaricato.*
MANDRACCI COMOLI VERA, *Assistente ordinario.*

BUTRICO GIOVANNI, *Assistente incaricato.*
DAVICO VIGLINO MICAELA, *Assistente straordinario.*
BRUNO ANDREA, *Assistente volontario.*
BRUNO VANNA, *Assistente volontario.*
DE FABIANI VITTORIO, *Assistente volontario.*
JORIO ANNA MARIA, *Assistente volontario.*
LAMBROCCO GIORGIO, *Assistente volontario.*
PAOLINI NAVALE ALDA, *Assistente volontario.*
RONCHETTA DONATELLA, *Assistente volontario.*
GISLON PELLEGRINI PAOLA, *Tecnico laureato di ruolo.*
GIACOMINI DI GANGI MASSIMILIANA, *Tecnico coadiutore incaric.*
SACCO VIROLI PAOLA, *Avvent. di 3ª categ. a carico dell'Istituto.*
CILANO GIORGIO, *Ausiliario straordinario.*

Direttore

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto.

Insegnanti

**SCUOLA DIRETTA A FINI SPECIALI IN SCIENZE
ED ARTI GRAFICHE**

CURTO prof. dott. S. in Egittologia presso l'Università degli Studi di Torino, Consulente alla Egittologia di Torino; Socio ordinario dell'Istituto Germanico di Archeologia di Storia della scrittura (Primo quadrimestre).

GORIA prof. dott. CARLO, predetto, di Mercologia nel campo della stampa.

PALOZZI prof. dott. GIORGIO, predetto, di Matematica (Primo quadrimestre).

PIRESSENTI prof. dott. arch. ENRICO, predetto, di Disegno.

PELLITTERI prof. dott. GIUSEPPE, Consigliere Nazionale del C.A.G.E.C. (Associazione Italiana Grafici Editoriali e Caligrafici); Membro delle Commissioni Tecniche dell'ENLPSI (Ente Nazionale per l'Educazione Professionale Grafica); Segretario Nazionale delle Commissioni Grafiche dell'U.N.I.; di Tipografia.

PUGNO dott. ing. GIUSEPPE ANTONIO, predetto, di Fisica (Secondo quadrimestre).

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto, di Chimica generale nel campo della stampa.

VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, predetto, di Storia della scrittura (Secondo quadrimestre).

Il corso

CAPETTI dott. ing. FEDERICO, Presidente della Commissione grafica U.N.I.; Membro della Graphic Arts Technical Foundation di Pittsburgh; di Tecnica della stampa.

CARMANOLA dott. CARLO, di Economia.

Direttore

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto.

Insegnanti

I anno

CURTO prof. dott. SILVIO, ✱, libero docente in Egittologia presso l'Università degli Studi di Torino, Soprintendente alla Egittologia di Torino; Socio ordinario dell'Istituto Germanico di Archeologia; di *Storia della scrittura* (Primo quadrimestre).

GORIA prof. dott. CARLO, predetto, di *Merceologia nel campo della stampa*.

PALOZZI prof. dott. GIORGIO, predetto, di *Matematica* (Primo quadrimestre).

PELLEGRINI prof. dott. arch. ENRICO, predetto, di *Disegno*.

PELLITTERI prof. dott. GIUSEPPE, Consigliere Nazionale dell'A.I.G.E.C. (Associazione Italiana Grafici Editoriali e Cartari); Membro delle Commissioni Tecniche dell'E.N.I.P.G. (Ente Nazionale per l'Istruzione Professionale Grafica); Segretario Nazionale della Commissione Grafica dell'U.N.I.; di *Tipologia*.

PUGNO dott. ing. GIUSEPPE ANTONIO, predetto, di *Fisica* (Secondo quadrimestre).

PUGNO prof. dott. ing. GIUSEPPE MARIA, predetto, di *Cultura generale nel campo della stampa*.

VERZONE prof. dott. ing. PAOLO, predetto, di *Storia della scrittura* (Secondo quadrimestre).

II anno

CAPETTI dott. ing. FEDERICO, Presidente della Commissione grafica U.N.I.; Membro della Graphic Arts Technical Foundation di Pittsburg; di *Tecniche della stampa*.

CARMAGNOLA dott. CARLO, di *Economia*.

CARMAGNOLA dott. ing. **PIERO**, di *Aziendologia nel campo della stampa.*

PELLITTERI prof. dott. **GIUSEPPE**, predetto, di *Composizione della stampa (Primo quadrimestre).*

MANDEL prof. dott. **GABRIELE**, di *Studio degli stampati.*

PUGNO prof. dott. ing. **GIUSEPPE MARIA**, predetto, di *Meccanica.*

TESTA pittore **ARMANDO**, di *Composizione della stampa (Secondo quadrimestre).*

**Specchio numerico del personale
insegnante, assistente, amministrativo, tecnico, ausiliario,
in servizio nell'anno accademico 1966-67**

PERSONALE	FACOLTÀ INGEGN.	SCUOLA ING. AEROSP.	CORSI PERF.TO	FACOLTÀ ARCH.	AMMINI- STRAZ.	TOTALE
Professori Ruolo	34	4	1	9	—	48
» Fuori Ruolo	3	—	—	—	—	3
» Incaricati	90	19	74	29	—	212
Liberi Docenti	82	—	—	18	—	100
Aiuti	15	—	—	1	—	16
Assistenti Ruolo	95	5	—	17	—	117
» Incaricati	16	1	—	2	—	19
» Straordinari	44	—	—	5	—	49
» Volontari	180	15	2	76	—	273
Amministrativi di ruolo	8	—	—	—	15	23
Avventizi statali	2	—	—	2	10	14
» straordinari	30	—	2	6	11	49
Tecnici laureati di ruolo	6	—	—	2	—	8
» coadiutori di ruolo	4	—	—	—	—	4
» esecutivi di ruolo	35	—	—	—	—	35
Tecnici laureati incaricati	5	—	—	6	—	11
» coadiutori incaricati	7	—	—	3	—	10
» esecutivi incaricati	6	—	—	—	—	6
Ausiliari di ruolo	24	—	—	5	11	40
» di R.A.	1	—	—	—	—	1
» avventizi statali	8	—	—	1	3	12
» straordinari	36	—	—	6	12	54
Totale generale 1103						

Specchio numerico del personale
 dell'Amministrazione di Stato
 in servizio nell'anno finanziario 1904

Anno	Totale	Uomini		Donne		Totale	Categorie
		Attivi	Inattivi	Attive	Inattive		
1904	100	85	15	5	5	95	Uomini e Donne
1903	95	80	15	5	5	90	Uomini e Donne
1902	90	75	15	5	5	85	Uomini e Donne
1901	85	70	15	5	5	80	Uomini e Donne
1900	80	65	15	5	5	75	Uomini e Donne
1899	75	60	15	5	5	70	Uomini e Donne
1898	70	55	15	5	5	65	Uomini e Donne
1897	65	50	15	5	5	60	Uomini e Donne
1896	60	45	15	5	5	55	Uomini e Donne
1895	55	40	15	5	5	50	Uomini e Donne
1894	50	35	15	5	5	45	Uomini e Donne
1893	45	30	15	5	5	40	Uomini e Donne
1892	40	25	15	5	5	35	Uomini e Donne
1891	35	20	15	5	5	30	Uomini e Donne
1890	30	15	15	5	5	25	Uomini e Donne
1889	25	10	15	5	5	20	Uomini e Donne
1888	20	5	15	5	5	15	Uomini e Donne
1887	15	0	15	5	5	10	Uomini e Donne
1886	10	0	15	5	5	5	Uomini e Donne
1885	5	0	15	5	5	0	Uomini e Donne
1884	0	0	15	5	5	0	Uomini e Donne
1883	0	0	15	5	5	0	Uomini e Donne
1882	0	0	15	5	5	0	Uomini e Donne
1881	0	0	15	5	5	0	Uomini e Donne
1880	0	0	15	5	5	0	Uomini e Donne

Totale generale 1103

STATUTO

PIANI DI STUDIO

della Facoltà di Ingegneria - della Scuola di Ingegneria Aero-
spaziale e dei Corsi di specializzazione e perfezionamento - della
Facoltà di Architettura e della Scuola diretta a fini speciali in
Scienze e Arti grafiche

STATUTO DEL POLITECNICO

(approvato con R. D. 24 luglio 1942, n. 923 e 5 settembre 1942, n. 1391 e modificato con D. P. R. 4 febbraio 1955, n. 123, 3 settembre 1956, n. 1145, 8 marzo 1957, n. 286, 20 febbraio 1958, n. 333, 30 giugno 1959, n. 713, 26 agosto 1959, n. 788, 30 ottobre 1960, n. 1909, 31 ottobre 1961, n. 1417, 18 agosto 1962, n. 1386, con L. 3 febbraio 1963, n. 102, con D. P. R. 11 maggio 1963, n. 828, con D. P. R. 22 settembre 1963, n. 1506, con D. P. R. 8 ottobre 1965, n. 1307 e con D. P. R. 30 ottobre 1965, n. 1501).

TITOLO I

ORDINAMENTO GENERALE DIDATTICO

ART. 1.

Il Politecnico di Torino ha per fine di promuovere il progresso delle scienze tecniche e delle arti attinenti l'Ingegneria e l'Architettura e di fornire agli studenti la preparazione necessaria per conseguire le lauree in Ingegneria e in Architettura.

Il Politecnico di Torino è costituito dalla Facoltà di Architettura e della Facoltà di Ingegneria a cui è annessa una Scuola di Ingegneria Aerospaziale diretta a fini speciali.

La Facoltà di Architettura è costituita su cinque anni comprendenti un biennio di studi propedeutici per gli allievi architetti ed un triennio di applicazione per il conseguimento della laurea in Architettura.

La Facoltà di Ingegneria è costituita su cinque anni, dei quali i primi due con funzione preminentemente propedeutica e comprende i seguenti corsi di laurea in Ingegneria:

- 1) Ingegneria Civile (sezioni: edile, idraulica, trasporti);
- 2) Ingegneria Meccanica;
- 3) Ingegneria Elettrotecnica;
- 4) Ingegneria Chimica;
- 5) Ingegneria Aeronautica;
- 6) Ingegneria Mineraria;
- 7) Ingegneria Elettronica;
- 8) Ingegneria Nucleare.

La Scuola di Ingegneria Aerospaziale ha il fine speciale di fornire la preparazione scientifica necessaria per contribuire allo studio delle scienze aeronautiche ed astronomiche e dare impulso alle ricerche in tali campi. Essa comprende due Sezioni: *Strutture, Propulsione*.

TITOLO II
FACOLTA' D'INGEGNERIA

ART. 2.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Civile sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno edile.

c) *nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine e macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Idraulica.
16. Tecnologie dei materiali e chimica applicata.
17. Tecnica delle costruzioni I.
18. Architettura tecnica I.
19. Topografia.
20. Litologia e geologia applicata.
21. Complementi di scienza delle costruzioni.
22. Architettura tecnica II.
23. Tecnica delle costruzioni II.
24. Costruzioni idrauliche.
25. Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti.

E inoltre per la *sezione edile:*

26. Architettura e composizione architettonica.

Per la *sezione idraulica:*

26. Impianti speciali idraulici.

Per la *sezione trasporti:*

26. Tecnica ed economia dei trasporti.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I:

27. Estimo ed esercizio della professione.
28. Urbanistica.

Gruppo II:

27. Economia e tecnica aziendale.
28. Impianti speciali termici.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 3.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Meccanica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) Nel 1° anno del biennio propedeutico:

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) Nel 2° anno del biennio propedeutico:

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) Nel triennio:

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Idraulica.
16. Chimica applicata.
17. Macchine I.
18. Costruzione di macchine.
19. Impianti meccanici.
20. Tecnologia meccanica.
21. Applicazioni industriali dell'elettrotecnica.
22. Tecnica delle costruzioni.
23. Tecnologie dei materiali.
24. Macchine II.
25. Calcolo e progetto di macchine.
26. Economia e tecnica aziendale.

E a scelta uno dei seguenti gruppi di materie:

A) (*indirizzo termotecnico*)

27. Impianti speciali termici.
28. Misure termiche e regolazioni.

B) (*indirizzo d'officina*)

27. Attrezzature di produzione.
28. Comandi e regolazioni.

C) (*indirizzo automobilistico*)

27. Costruzioni automobilistiche.
28. Tecnica ed economia dei trasporti.

D) (*indirizzo metrologico*)

27. Metrologia generale e misure meccaniche.
28. Misure termiche e regolazioni.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 4.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Elettrotecnica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica I.
15. Idraulica.
16. Misure elettriche.
17. Macchine.
18. Macchine elettriche.
19. Impianti elettrici I.

20. Elettronica applicata.
21. Materiali per l'elettrotecnica.
22. Complementi di matematica.
23. Elettrotecnica II.
24. Costruzione di macchine e tecnologie.
25. Comunicazioni elettriche.
26. Costruzioni idrauliche.
27. Impianti elettrici II.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I:

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Applicazioni elettromeccaniche.

Gruppo II:

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Controlli automatici.

Gruppo III:

28. Controlli automatici.
29. Calcolatrici e logica dei circuiti.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 5.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Chimica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Chimica organica.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.

15. Chimica fisica.
16. Chimica applicata.
17. Macchine.
18. Principi di ingegneria chimica.
19. Chimica industriale I.
20. Impianti chimici.
21. Chimica analitica.
22. Idraulica.
23. Costruzione di macchine e tecnologie.
24. Chimica industriale II.
25. Elettrochimica.
26. Metallurgia e metallografia.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I:

27. Economia e tecnica aziendale.
28. Misure chimiche e regolazioni.

Gruppo II:

27. Economia e tecnica aziendale.
28. Teoria e sviluppo dei processi chimici.

Gruppo III:

27. Tecnologie chimiche speciali.
28. Misure termiche e regolazioni.

Gruppo IV:

27. Siderurgia.
28. Misure termiche e regolazioni.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 6.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Aeronautica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) Nel 1° anno del biennio propedeutico:

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) Nel 2° anno del biennio propedeutico:

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.

8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Aerodinamica.
16. Chimica applicata.
17. Motori per aeromobili.
18. Costruzioni aeronautiche.
19. Aeronautica generale.
20. Gasdinamica.
21. Tecnologia meccanica.
22. Macchine.
23. Costruzione di macchine.
24. Idraulica.
25. Progetto di aeromobili.
26. Costruzione di motori per aeromobili.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I:

27. Tecnologie aeronautiche.
28. Sistemi di guida e navigazione.

Gruppo II:

27. Tecnologie dei materiali.
28. Economia e tecnica aziendale.

Gruppo III:

27. Meccanica del volo.
28. Strumenti di bordo.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 7.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Mineraria sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Mineralogia.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica applicata alle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Chimica applicata.
16. Macchine.
17. Arte mineraria.
18. Topografia.
19. Geologia.
20. Giacimenti minerali.
21. Tecnologie minerarie.
22. Idraulica.
23. Costruzione di macchine e tecnologie.
24. Impianti minerali.
25. Geofisica mineraria.
26. Preparazione dei minerali.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I (indirizzo esercizio miniere):

27. Economia e legislazione mineraria.
28. Tecnologie metallurgiche.
29. Tecnica delle costruzioni.

Gruppo II (indirizzo idrocarburi):

27. Tecnica della perforazione petrolifera.
28. Tecnica dei giacimenti di idrocarburi.
29. Produzione degli idrocarburi.

Gruppo III (indirizzo prospezione):

27. Petrografia.
28. Analisi dei minerali.
29. Prospezione geomineraria.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 8.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Elettronica sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) *Nel 1° anno del biennio propedeutico:*

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) *Nel 2° anno del biennio propedeutico:*

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) *Nel triennio:*

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica delle macchine e macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Campi elettromagnetici e circuiti.
16. Misure elettriche.
17. Comunicazioni elettriche.
18. Elettronica applicata.
19. Controlli automatici.
20. Radiotecnica.
21. Materiali per l'elettrotecnica.
22. Complementi di matematica.
23. Teoria delle reti elettriche.
24. Tecnologia meccanica.
25. Impianti elettrici.
26. Misure elettroniche.
27. Tecnica delle iperfrequenze.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I:

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Impianti radioelettronici.

Gruppo II:

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Telefonia.

Gruppo III:

28. Telefonia.
29. Calcolatrici e logica dei circuiti.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 9.

Per il conseguimento della laurea in Ingegneria Nucleare sono obbligatori gli insegnamenti seguenti:

a) Nel 1° anno del biennio propedeutico:

1. Analisi matematica I.
2. Geometria I.
3. Fisica I.
4. Chimica.
5. Disegno.

b) Nel 2° anno del biennio propedeutico:

6. Analisi matematica II.
7. Geometria II.
8. Meccanica razionale.
9. Fisica II.
10. Disegno meccanico.

c) Nel triennio:

11. Scienza delle costruzioni.
12. Meccanica delle macchine.
13. Fisica tecnica.
14. Elettrotecnica.
15. Fisica atomica.
16. Macchine I.
17. Fisica nucleare.
18. Elettronica nucleare.
19. Fisica del reattore nucleare.
20. Impianti nucleari.
21. Chimica applicata.
22. Tecnologia meccanica.
23. Chimica degli impianti nucleari.
24. Costruzione di macchine.
25. Idraulica.
26. Macchine II.
27. Calcolo e progetto di macchine.

A scelta dello studente uno dei seguenti gruppi:

Gruppo I:

28. Trasmissione del calore.
29. Tecnologie nucleari.

Gruppo II:

28. Misure nucleari.
29. Reattori nucleari.

Gruppo III:

28. Economia e tecnica aziendale.
29. Tecnica delle costruzioni.

Gruppo IV:

28. Impianti chimici.
29. Misure chimiche e regolazioni.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

TITOLO III

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

ART. 10.

Gli insegnamenti del biennio di studi propedeutici per la laurea in Architettura sono i seguenti:

1) Fondamentali:

1. Disegno dal vero (biennale).
2. Elementi di architettura e rilievo dei monumenti (biennale).
3. Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura (biennale).
4. Elementi costruttivi.
5. Analisi matematica e geometria analitica (biennale).
6. Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva.
7. Applicazioni di geometria descrittiva.
8. Fisica.
9. Chimica generale ed applicata.
10. Mineralogia e geologia.

2) Complementari:

1. Letteratura italiana.
2. Plastica ornamentale.
3. Lingua inglese o tedesca.

ART. 11.

Gli insegnamenti del triennio di studi di applicazione per la laurea in Architettura sono i seguenti:

1) *Fondamentali:*

1. Elementi di composizione.
2. Composizione architettonica (biennale).
3. Caratteri distributivi degli edifici.
4. Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti.
5. Architettura degli interni, arredamento e decorazione (biennale).
6. Urbanistica (biennale).
7. Meccanica razionale e statica grafica.
8. Fisica tecnica.
9. Scienza delle costruzioni (biennale).
10. Estimo ed esercizio professionale.
11. Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni.
12. Impianti tecnici.
13. Igiene edilizia.
14. Topografia e costruzioni stradali.
15. Restauro dei monumenti.

2) *Complementari:*

1. Arte dei giardini.
2. Scenografia.
3. Decorazione.
4. Materie giuridiche.

Gli insegnamenti biennali comportano l'esame alla fine di ogni anno di corso; non può essere ammesso al secondo esame chi non abbia superato il primo.

ART. 12.

Per la iscrizione ad alcune delle materie previste nel piano di studi è richiesta la precedente iscrizione ad altre considerate nei loro riguardi come propedeutiche. Analogo vincolo di precedenza è stabilito fra le materie anzidette per quanto riguarda gli esami.

Le precedenze sono stabilite nel modo seguente:

Biennio propedeutico

Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva, prima di applicazioni di geometria descrittiva.

Triennio di applicazione

Elementi di composizione, prima di composizione architettonica I.

Meccanica razionale e statica grafica, prima di scienza delle costruzioni I.

Scienza delle costruzioni I, prima di tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni.

Fisica tecnica, prima di impianti tecnici.

ART. 13.

Fra le materie di insegnamento della Facoltà di Architettura, allo scopo di stabilire una differenziazione da quelle della Facoltà di Ingegneria, si considerano come costituenti il gruppo delle materie artistiche le seguenti: Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura; Disegno dal vero; Plastica ornamentale; Elementi di composizione; Composizione architettonica; Caratteri distributivi degli edifici; Caratteri stilistici e costruttivi dei monumenti; Architettura degli interni, arredamento e decorazione; Urbanistica; Restauro di monumenti; Scenografia; Decorazione; Arte dei giardini.

TITOLO IV

ISCRIZIONI ED AMMISSIONI

ART. 14.

Titoli di ammissione ai corsi di laurea in Ingegneria sono:

- diploma di maturità classica;
- diploma di maturità scientifica;
- diplomi degli Istituti Tecnici, Industriali, Nautici e per Geometri.

Per essere ammesso al 2° anno del biennio propedeutico, lo studente dovrà aver superato almeno due degli esami nn. 1, 2, 3, 4.

Per essere ammesso al triennio d'applicazione di ingegneria, lo studente dovrà aver superato gli esami di tutte le discipline del biennio propedeutico, fatta eccezione dell'insegnamento obbligatorio n. 10 per ciascun corso di laurea.

ART. 15.

Possono essere ammessi al primo anno del biennio propedeutico agli studi di architettura soltanto gli studenti forniti del diploma di maturità classica, scientifica od artistica.

Possono essere ammessi al primo anno del triennio di applicazione di architettura soltanto gli studenti che abbiano superato gli esami in tutti gli insegnamenti fondamentali del biennio propedeutico e di due almeno da essi scelti tra i complementari del biennio medesimo.

ART. 16.

Gli studenti provenienti da Scuole estere possono essere iscritti soltanto dopo che il Consiglio della Facoltà competente abbia riconosciuto la equipollenza dei loro titoli di studio, designando l'anno di corso al quale essi risultano idonei, le materie di detto anno di cui devono superare gli esami ed, eventualmente, quelle degli anni precedenti, rispetto alle quali la loro preparazione risultasse in difetto.

ART. 17.

Gli studenti che hanno compiuto con successo il primo anno del biennio propedeutico agli studi d'ingegneria possono essere iscritti al secondo anno del biennio propedeutico della Facoltà di Architettura.

ART. 18.

Gli studenti della Facoltà d'Ingegneria devono indicare nella domanda di ammissione al 1° anno il corso di laurea a cui desiderano essere iscritti. Il successivo passaggio da uno ad un altro corso di laurea è subordinato al parere favorevole del Consiglio di Facoltà, che fisserà l'ulteriore piano degli studi dell'allievo.

La scelta della Sezione (per i civili) o degli indirizzi (ove ne sia prevista l'attuazione nel piano degli studi) avviene all'atto dell'iscrizione al 5° anno.

ART. 19.

Coloro che hanno già conseguito una laurea in ingegneria e chiedono di essere iscritti ad altro corso di laurea possono essere ammessi al 4° o al 5° anno del nuovo corso di laurea, in base al parere del Consiglio di Facoltà, che provvederà a fissare il piano degli studi del richiedente.

ART. 20.

I laureati in ingegneria possono essere iscritti al quarto anno della Facoltà di Architettura con la dispensa dalla frequenza e dagli esami di tutte le materie scientifiche insegnate nella suddetta Facoltà, ma con l'obbligo di sostenere gli esami di tutte le materie artistiche, il cui insegnamento venga impartito nel biennio, prima di accedere agli esami delle materie artistiche del triennio.

In conformità delle disposizioni di cui all'art. 81 del R. Decreto 31 dicembre 1923, n. 3123, sull'ordinamento della istruzione artistica, coloro che abbiano superato gli esami finali del biennio del corso spe-

ciali di architettura presso le Accademie di Belle Arti e coloro che posseggano il diploma di professore di disegno architettonico, purchè siano al tempo stesso muniti della maturità classica o scientifica o artistica, sono ammessi al terzo anno della Facoltà di Architettura, con dispensa dagli esami delle materie artistiche del biennio.

Essi però non possono essere ammessi a sostenere alcun esame del terzo anno, nè essere iscritti al quarto, se prima non abbiano superato tutti gli esami delle materie del biennio, delle quali, a giudizio del Consiglio di Facoltà, siano in debito.

ART. 21.

La concessione dell'attestazione di frequenza per gli allievi Ingegneri spetta al professore ufficiale della materia sulla base degli accertamenti compiuti. Gli studenti di Ingegneria per i quali manchi tale attestazione non sono ammessi al corrispondente esame e devono ripetere l'iscrizione per detta materia.

Per gli allievi Architetti, alla fine di ciascuno dei due quadrimestri, ciascun professore trasmette alla Presidenza un giudizio sulla frequenza ed un giudizio sul profitto di ogni singolo allievo, accertati durante il quadrimestre stesso per mezzo di interrogatori e di prove scritte, grafiche e sperimentali, a seconda del carattere della materia di insegnamento. Qualora i giudizi di frequenza di ambedue i quadrimestri siano negativi, l'iscrizione alla relativa materia è resa nulla; la concessione di giudizi di frequenza favorevoli in ambedue i quadrimestri attesta la validità del corso relativamente alla corrispondente materia; allo studente che manchi di uno dei due giudizi di frequenza favorevoli, può essere dal Consiglio di Facoltà negato l'accesso alla sessione estiva del corrispondente anno accademico o anche invalidata la frequenza nella materia relativa con la conseguenza della necessità di una nuova iscrizione.

ART. 22.

Gli studenti di ingegneria, oltre che agli insegnamenti dei rispettivi corsi di laurea, possono iscriversi a titolo libero a non più di due materie di altri corsi.

Possono inoltre iscriversi ad insegnamenti di lingue o a corsi di carattere culturale eventualmente predisposti dalla Facoltà.

TITOLO V

ESAMI

ART. 23.

Gli esami consistono in prove orali, grafiche, scritte e pratiche secondo le modalità stabilite, per ciascun esame, dai Consigli di Facoltà.

ART. 24.

Per ciascuna delle due sessioni d'esame si tengono due appelli: per le materie per le quali l'esame consiste prevalentemente nella valutazione di elementi grafici o plastici si tiene un solo appello.

ART. 25.

Per essere ammesso all'esame di laurea in ingegneria lo studente deve aver superato gli esami di tutti gli insegnamenti stabiliti nel presente Statuto per il corso di laurea cui è iscritto.

Per essere ammesso all'esame di laurea in architettura lo studente deve aver seguito i corsi e superato gli esami in tutti gli insegnamenti fondamentali del triennio di applicazione ed in due almeno da lui scelti fra i complementari.

ART. 26.

Per gli studenti di Ingegneria, l'argomento della tesi di laurea, vistato dal Professore relatore, deve essere trasmesso dal laureando al Preside della Facoltà almeno quattro mesi prima dell'esame di laurea.

Per gli studenti di Architettura l'argomento della tesi di laurea deve essere approvato dal Professore di Composizione architettonica; il laureando, entro il mese di febbraio comunicherà al Preside tale argomento vistato dal Professore di Composizione architettonica e da almeno altri tre professori particolarmente interessati nel progetto.

ART. 27.

Per gli allievi ingegneri la tesi deve essere svolta dall'allievo con la guida del professore che l'ha assegnata, eventualmente coadiuvato da altri professori che possono suggerire al candidato particolari ricerche attinenti alla tesi stessa. La tesi consiste nell'elaborazione di un progetto o di uno studio di carattere tecnico.

Per gli allievi architetti la tesi deve essere svolta dall'allievo con la guida del professore di Composizione architettonica e di almeno tre altri professori particolarmente interessati alla tesi. La tesi consiste nella redazione di un progetto architettonico completo, sia sotto il punto di vista artistico sia sotto quello tecnico.

ART. 28.

L'esame di laurea per gli ingegneri consiste nella discussione pubblica della tesi e delle eventuali sottotesi.

Tale discussione, diretta a riconoscere il processo mentale e le direttive seguite dal candidato nello svolgimento della tesi, può estendersi ad accertare la sua preparazione tecnica e scientifica in tutto il complesso delle materie che costituirono il suo curriculum di studi.

ART. 29.

L'esame di laurea per gli architetti consiste anzitutto nella esecuzione di due prove grafiche estemporanee su tema di architettura:

la prima di carattere prevalentemente artistico;

la seconda di carattere prevalentemente tecnico attinente alla scienza delle costruzioni.

Ciascuno dei due temi per le prove indicate viene scelto dal candidato fra due propostigli dalla Commissione.

La prova orale di laurea per gli architetti consiste nella discussione, sotto il punto di vista sia artistico, sia tecnico, della tesi e dei due elaborati estemporanei, integrata da interrogazioni sulle materie fondamentali studiate dal candidato nel curriculum di studi da lui seguito.

ART. 30.

Il Senato Accademico può dichiarare non valido agli effetti dell'iscrizione il corso che, a cagione della condotta degli studenti, abbia dovuto subire una prolungata interruzione.

TITOLO VI

DELL'ESERCIZIO DELLA LIBERA DOCENZA

ART. 31.

I liberi docenti devono presentare i loro programmi alla Direzione del Politecnico entro il mese di maggio dell'anno accademico precedente a quello cui i programmi si riferiscono.

L'esame e l'approvazione dei programmi spetta, secondo la rispettiva competenza, ai Consigli delle Facoltà, i quali seguono come criteri fondamentali di giudizio:

a) il coordinamento del programma proposto dal libero docente col piano generale degli studi del Politecnico;

b) il principio che l'esercizio della libera docenza può rendere particolari servigi all'insegnamento tecnico superiore quando si indirizzi alla trattazione particolareggiata di speciali capitoli o di rami nuovi delle discipline tecniche fondamentali che presentano interesse per il progresso scientifico ed industriale.

Per i liberi docenti che per la prima volta intendano tenere il corso nel Politecnico, il termine di cui al primo comma del presente articolo è prorogato fino ad un mese prima dell'inizio dell'anno accademico.

ART. 32.

Spetta pure ai Consigli delle Facoltà decidere in quali casi i corsi dei liberi docenti possano essere riconosciuti come pareggiati a senso dell'art. 60 del Regolamento Generale Universitario. Tale qualifica può essere data soltanto a quei corsi che per il programma dell'insegnamento e per il numero delle ore settimanali di lezione possono considerarsi equipollenti ad un corso ufficiale.

ART. 33.

Per le discipline il cui insegnamento richieda il sussidio di laboratori e di esercitazioni pratiche, il libero docente deve unire alla proposta dei suoi programmi la dimostrazione di essere provveduto dei mezzi necessari per eseguire le esercitazioni stesse.

I Direttori di laboratori possono concedere a tale scopo l'uso degli impianti e degli apparecchi a loro affidati, ove lo credano opportuno e conciliabile col regolare andamento dei laboratori e col compito che ad essi spetta per gli insegnamenti ufficiali.

Il libero docente deve però assumersi la responsabilità per i guasti e gli infortuni che potessero verificarsi durante l'uso dei materiali e dei mezzi sperimentali che gli vengono affidati.

TITOLO VII

SCUOLA DIRETTA A FINI SPECIALI

ART. 34.

La scuola di Ingegneria Aerospaziale ha la durata di due anni. Gli insegnamenti sono i seguenti:

a) *comuni alle due sezioni:*

1. Aerodinamica I.
2. Gasdinamica I.
3. Motori per aeromobili.

b) *per la sezione Strutture:*

4. Aerodinamica II.
5. Aeronautica generale.
6. Costruzioni aeronautiche I.
7. Costruzioni aeronautiche II.
8. Progetto di aeromobili I.
9. Progetto di aeromobili II.
10. Sperimentazione di volo.
11. Strumenti di bordo.

e due insegnamenti da scegliersi uno in ciascuno dei seguenti gruppi di materie:

- A)
- 12. Sistemi di guida e navigazione.
 - 12. Tecnologie aeronautiche.
 - 12. Tecnica degli endoreattori.

- B)
- 13. Fisica dei fluidi.
 - 13. Impianti motori astronautici.

c) per la sezione *Propulsione*:

- 4. Costruzione di motori per aeromobili.
- 5. Dinamica del missile.
- 6. Gasdinamica II.
- 7. Misure fluidodinamiche.
- 8. Motori per missili.
- 9. Sistemi di guida e navigazione.
- 10. Strutture aeromissilistiche.
- 11. Tecnologie aeronautiche.

e due insegnamenti da scegliersi uno in ciascuno dei seguenti gruppi di materie:

- A)
- 12. Aeronautica generale.
 - 12. Costruzioni aeronautiche I.
 - 12. Tecnica degli endoreattori.

- B)
- 13. Costruzione di motori per missili.
 - 13. Fisica dei fluidi.

La distribuzione delle discipline suddette negli anni di corso e le relative precedenze sono stabilite annualmente nel piano degli studi.

ART. 35.

Nella scuola potranno inoltre essere impartiti gruppi di conferenze e di insegnamenti monografici.

ART. 36.

Al primo anno della Scuola possono essere iscritti quali studenti coloro che già siano forniti di una laurea in ingegneria.

Per gli allievi muniti della laurea in ingegneria aeronautica la durata degli studi presso la Scuola è annuale, con gli obblighi di frequenza e di esame che saranno stabiliti dal Consiglio della Facoltà.

Potranno altresì essere ammessi:

1) Gli Ufficiali del Genio Aeronautico, secondo quanto è disposto dall'art. 146 del Testo Unico delle leggi sull'istruzione universitaria, approvato con R. Decreto 31 agosto 1933, n. 1592;

2) Gli stranieri, provvisti di titoli conseguiti presso scuole estere, ritenuti sufficienti dal Consiglio di Facoltà.

ART. 37.

Per il superamento degli esami di profitto e di laurea valgono le norme contenute nel Titolo V del presente Statuto.

ART. 38.

La distinzione fra le due Sezioni sul diploma di laurea sarà limitata ad un sottotitolo. Agli allievi non precedentemente laureati in una Facoltà di Ingegneria italiana ammessi ai sensi dell'ultimo comma dell'art. 36, sarà rilasciato al termine un certificato degli esami superati.

ART. 39.

Gli iscritti devono pagare la tassa d'immatricolazione, la tassa di iscrizione e la soprattassa speciale annua d'iscrizione; le soprattasse per esami di profitto e di laurea; il contributo speciale per opere sportive e assistenziali, nonchè la tassa di laurea, così come precisati da disposizioni di legge per gli studenti iscritti a corsi della Facoltà di Ingegneria.

TITOLO VIII

FACOLTÀ D'INGEGNERIA

Corsi di perfezionamento

ART. 40.

Presso la Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino sono istituiti i Corsi di Perfezionamento di cui agli articoli seguenti del presente Titolo.

Essi si propongono di svolgere con più larga base gli studi riguardanti singoli rami della tecnica, in modo da creare ingegneri dotati di competenza speciale e di concorrere a formare le discipline per i nuovi capitoli della scienza dell'ingegnere che il progresso tecnico richiede.

Lo svolgimento di ogni Corso è coordinato da un Direttore che, salvo le disposizioni speciali previste per singoli Corsi negli articoli seguenti, è annualmente nominato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria.

A tutti i Corsi di Perfezionamento possono di norma essere iscritti soltanto coloro che hanno compiuto il Corso di studi in ingegneria e conseguita la relativa laurea salvo le disposizioni speciali previste per singoli Corsi negli articoli seguenti.

Il numero degli allievi che ogni anno potranno essere iscritti ai singoli Corsi di Perfezionamento verrà fissato dai rispettivi Direttori, compatibilmente con la potenzialità dei laboratori e con le esigenze dei Corsi normali di Ingegneria.

A chi abbia frequentato un Corso di Perfezionamento per la durata prescritta, viene rilasciato un certificato della frequenza e degli esami eventualmente superati.

Coloro che hanno superato tutti gli esami speciali di un Corso di Perfezionamento e sono in possesso della laurea prescritta per l'iscrizione, sono ammessi ad una prova finale secondo modalità precisate, per ogni Corso, dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicate nell'apposito manifesto annualmente pubblicato dal Politecnico.

Le Commissioni per gli esami di profitto delle singole materie speciali di ogni Corso di Perfezionamento sono costituite di tre insegnanti; la Commissione esaminatrice per la prova finale di ciascun Corso è costituita da cinque insegnanti. La composizione di tutte le predette Commissioni è determinata dal Preside della Facoltà di Ingegneria, sentito per ogni Corso il rispettivo Direttore.

ART. 41.

Il Corso di perfezionamento in elettrotecnica « Galileo Ferraris » comprende i seguenti insegnamenti:

Elettrotecnica generale e complementare;

Misure elettriche;

Impianti elettrici;

Costruzioni elettromeccaniche;

Comunicazioni elettriche;

integrati da insegnamenti singoli su argomenti speciali.

Il direttore del Corso è il titolare di elettrotecnica.

In sua mancanza il direttore è nominato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria.

Il Corso ha la durata di un anno accademico ed è suddiviso in due Sezioni: elettromeccanica e comunicazioni.

Ad esso possono essere iscritti i laureati in ingegneria od in fisica.

L'esame finale consiste in una prova scritta ed in una orale.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è composta di cinque professori di ruolo, di un libero docente e di un membro estraneo all'insegnamento, scelto fra gli ingegneri che ricoprono cariche direttive in uffici tecnici

dello Stato o che abbiano raggiunta meritata fama nel libero esercizio della professione.

Possono venire ammessi al Corso anche gli ufficiali di Artiglieria, Genio e Marina, anche se sprovvisti del diploma di ingegnere.

ART. 42.

Il Corso di perfezionamento in Chimica industriale ed in Elettrochimica si divide in due sezioni: Corso di Chimica industriale e Corso di Elettrochimica.

Il direttore è nominato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria.

I. Al Corso di perfezionamento in Chimica industriale possono essere iscritti i laureati in ingegneria ed i laureati in chimica.

Gli iscritti, che non lo abbiano precedentemente fatto, debbono frequentare i corsi generali di chimica docimastica ed industriale e superare i relativi esami.

Il Corso comprende i seguenti insegnamenti:

per i laureati in ingegneria:

Complementi di chimica fisica o di elettrochimica;
Complementi di chimica organica con applicazioni all'industria;
Macchinario per le industrie chimiche;

per i laureati in chimica:

Elettrochimica e elettrometallurgia; } *a scelta*
Metallurgia;
Complementi di chimica organica con applicazioni all'industria;
Macchinario per le industrie chimiche;

per tutti gli allievi:

Esercitazioni pratiche di analisi e preparazioni da compiersi nei laboratori di: chimica industriale, chimica docimastica, elettrochimica, chimica fisica e metallurgica.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

L'esame finale consiste in due prove di laboratorio, nella redazione di una tesi scritta, preferibilmente sperimentale, nella discussione orale di detta tesi e di due tesine.

Per la Commissione valgono le norme dell'art. 41.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

II. Al Corso di perfezionamento di Elettrochimica possono essere iscritti i laureati in ingegneria ed i laureati in chimica o in fisica.

Gli iscritti che non lo abbiano precedentemente fatto, debbono frequentare i corsi generali di elettrotecnica, di chimica-fisica, di elettrochimica ed elettrometallurgia e di misure elettriche (un quadrimestre) e superare i relativi esami.

Il Corso comprende gli insegnamenti di:

- Complementi di chimica-fisica e di elettrochimica;
- Complementi di elettrotecnica.

Inoltre gli allievi debbono svolgere in laboratorio una tesi, di preferenza sperimentale.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

L'esame finale consiste nella redazione di una tesi scritta, nella discussione sulla tesi stessa e in una breve conferenza preparata su tema scelto dalla Commissione.

Per la Commissione valgono le norme dell'art. 41.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

ART. 43.

Il Corso di perfezionamento in Scienze e tecnologie geominerarie ha la durata di un anno accademico.

Esso si basa sulla conoscenza degli insegnamenti generali del corso di laurea in ingegneria mineraria e comprende i seguenti insegnamenti specifici:

- Complementi di geologia e giacimenti minerari;
- Meccanica delle rocce;
- Tecnologie speciali minerarie;
- Organizzazione e coltivazione delle miniere;
- Problemi di esercizio degli impianti minerari;
- Tecnica della preparazione dei minerali;

integrati da insegnamenti monografici e da cicli di conferenze sulla prospezione geofisica, sulla prospezione geochemica, sull'economia e legislazione mineraria, sulle tecnologie metallurgiche, nonchè su altri argomenti speciali, secondo quanto sarà ogni anno fissato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicato nell'apposito manifesto del Corso.

Al Corso possono essere iscritti:

- a) i laureati in una Facoltà di Ingegneria in Italia;
- b) i laureati in Scienze geologiche;
- c) gli stranieri, provvisti di titolo conseguito presso Scuole estere, ritenuto sufficiente dal Consiglio di Facoltà.

In relazione ad eventuali deficienze riscontrate nella precedente carriera scolastica di singoli iscritti, il direttore del Corso può stabilire per essi l'obbligo di seguire anche insegnamenti compresi nel piano degli studi del corso di laurea in ingegneria mineraria o di superarne preventivamente alcuni esami.

Corrispondentemente, per i laureati in ingegneria mineraria, il direttore può, caso per caso, stabilire, invece, l'esonero dalla frequenza di particolari insegnamenti del Corso di perfezionamento che rientrino nell'ambito delle discipline da essi già seguite durante il corso di laurea.

ART. 44.

Il Corso di Specializzazione nella « Motorizzazione » (automezzi) ha la durata di un anno accademico. Gli insegnamenti sono:

- Costruzione degli autoveicoli (con disegno);
- Motori per automobili (con disegno e laboratorio);
- Costruzione motori per autoveicoli;
- Problemi speciali e prestazione automezzi militari;
- Equipaggiamenti elettrici;
- Tecnologie speciali dell'automobile.

Il Corso è integrato da cicli di conferenze sui seguenti argomenti:

- Applicazione della gomma negli autoveicoli;
- Costruzione delle carrozzerie;

da visite a Laboratori ed Officine e da un corso pratico di guida presso l'A.C.I.

Le prove di profitto delle singole materie di insegnamento consistono in esami orali.

L'esame finale consiste nella discussione di un progetto che ogni allievo è tenuto a svolgere durante l'anno.

Agli allievi che abbiano compiuto il corso e superato gli esami prescritti, viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è costituita secondo il disposto dell'art. 41.

Al Corso possono essere iscritti i laureati in Ingegneria.

Possono pure essere ammessi gli Ufficiali dell'Esercito e della Marina, se comandati dai rispettivi Ministeri, anche sprovvisti di laurea, ma che abbiano superati gli esami del corso di completamento di cultura, appositamente istituito presso il Politecnico di Torino.

Il Corso di completamento di cultura è istituito come corso di preparazione al corso di specializzazione nella motorizzazione ed ha la durata di un anno accademico.

Gli insegnamenti sono i seguenti:

- Meccanica applicata alle macchine (con disegno e esercitazioni);
- Scienza delle costruzioni;
- Fisica tecnica;
- Tecnologie generali;

comuni con gli allievi del 3° anno di Ingegneria Industriale, integrati da due corsi speciali:

- Disegno e costruzione di macchine (2 quadrimestri);
- Chimica organica tecnologica (1 quadrimestre).

Al Corso possono essere ammessi gli Ufficiali in S.P.E. dell'Esercito e della Marina, provenienti dalle Accademie e dalla Scuola di Applicazione di Artiglieria e Genio, comandati dai rispettivi Ministeri anche sprovvisti di laurea.

ART. 45.

Il Corso di perfezionamento in balistica e costruzione di armi e artiglierie comprende i seguenti insegnamenti:

- Balistica esterna;
 - Costruzione di armi portatili e artiglierie;
 - Armi portatili, artiglierie, traino ed installazioni diverse;
 - Esplosivi di guerra;
 - Fisica complementare;
 - Metallurgia;
 - Organizzazione scientifica del lavoro;
- e relative esercitazioni pratiche.

Il Corso ha la durata di un anno accademico.

Ad esso possono essere iscritti i laureati in ingegneria.

L'esame finale consiste in una prova scritta ed in una orale.

A chi abbia compiuto il Corso e superato tutti gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è costituita come all'art. 41.

Possono pure essere ammessi al Corso gli Ufficiali dell'Esercito e della Marina anche se sprovvisti della laurea in ingegneria, comandati dai rispettivi Ministeri.

ART. 46.

Il Corso di perfezionamento in Armamento Aeronautico e suo impiego, ha la durata di un anno e svolge i seguenti insegnamenti:

Aerodinamica I e II (problemi speciali con esercitazioni e laboratorio)	quadrim	1
Balistica speciale per aerei		2
Armamento e costruzioni aeronautiche militari		2
Aeronautica generale (problemi speciali relativi alle manovre di acrobazia e di combattimento)		1
Esplosivi ed aggressivi chimici		1
Armi automatiche e mezzi di offesa per caduta		2
Fisica complementare		1
Tecnologie e metallurgie speciali		1
Impiego militare degli aeromobili		1
Siluro, suoi mezzi di stabilizzazione, propulsione e lancio dall'aereo e dalla nave e sua offesa		1

Nel Corso sono inoltre svolti gruppi di conferenze sull'impiego militare delle aeronavi, sui motori di aviazione e sugli strumenti di bordo.

Le prove di profitto sulle singole materie di insegnamento consistono in esami orali ed in una prova scritta di gruppo.

L'esame finale consiste nella discussione di un progetto di armamento per aeroplano che ogni allievo è tenuto a svolgere.

A chi abbia compiuto il Corso e superato gli esami prescritti viene rilasciato un certificato degli esami superati.

La Commissione esaminatrice è composta di cinque Professori, di un Ufficiale del Genio Aeronautico delegato dal Ministero dell'Aeronautica e di un libero docente di materie affini.

Sono ammessi al Corso i laureati in Ingegneria e gli Ufficiali del Genio Aeronautico comandati dal Ministero dell'Aeronautica secondo quanto è disposto dall'art. 146 del Testo Unico delle leggi sull'istruzione universitaria, approvato con R. Decreto 31 agosto 1933, n. 1592.

ART. 47.

Gli iscritti al Corso di perfezionamento in Balistica e costruzione di armi e artiglierie, ovvero a quello di Armamento aeronautico e suo impiego, potranno optare per alcune delle materie contenute nell'altro corso in sostituzione o in aggiunta di quelle che lo Statuto prevede per il corso di perfezionamento al quale si sono iscritti.

Il Consiglio della Facoltà deciderà volta per volta sul curriculum di studi che l'allievo avrà precisato nella sua richiesta.

ART. 48.

Il Corso di perfezionamento in Ingegneria Nucleare « Giovanni Agnelli » ha la durata di un anno accademico e comprende i seguenti insegnamenti:

- fisica nucleare;
- chimica degli impianti nucleari;
- tecnologie nucleari;
- reattori nucleari;
- impianti nucleari.

Esso sarà inoltre integrato da insegnamenti monografici o da cicli di conferenze sulla protezione dalle radiazioni, sull'impiego dei traccianti e su quegli altri argomenti speciali che il continuo sviluppo della scienza dell'energia nucleare richiederà.

Detti speciali insegnamenti integrativi saranno ogni anno precisati dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicati sull'apposito manifesto del corso.

ART. 49.

Il Corso di perfezionamento in ingegneria del traffico industriale, civile e agricolo ha la durata di un anno accademico e comprende i seguenti insegnamenti fondamentali:

- progettazione e pianificazione delle strade;
- i veicoli e l'organizzazione dei trasporti;
- metodi di rilevamento, statistiche del traffico e tecnica della circolazione;

tecnica dei trasporti industriali;
tecnica dei trasporti agricoli;
illuminazione, acustica e ventilazione nelle gallerie ferroviarie e stradali.

Il Corso sarà inoltre integrato da insegnamenti monografici e da cicli di conferenze sui seguenti argomenti:

- a) fisiologia e psicologia degli addetti al traffico e degli utenti; la prevenzione infortuni;
- b) diritto stradale;
- c) problemi urbanistici;
- d) l'organizzazione dei cantieri stradali;

nonchè su quegli altri argomenti speciali che il continuo sviluppo della tecnica dei trasporti richiederà.

Detti speciali insegnamenti integrativi saranno ogni anno precisati dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicati negli appositi manifesti del corso.

ART. 50.

Il Corso di perfezionamento in Coltivazione degli idrocarburi ha la durata di un anno accademico.

Esso comprende i seguenti insegnamenti:

- Geologia dei giacimenti di idrocarburi;
- Tecnologia della perforazione;
- Meccanica dei fluidi nei mezzi porosi;
- Principi di coltivazione dei giacimenti di idrocarburi;
- Estrazione e trasporto degli idrocarburi;

integrati da insegnamenti monografici e da cicli di conferenze sullo studio fisico delle rocce e dei fluidi di giacimento, sulla prospezione geofisica dei giacimenti di idrocarburi, sui controlli e rilevamenti per la produzione degli idrocarburi, sull'immagazzinamento sotterraneo, sull'economia e legislazione della coltivazione degli idrocarburi, nonchè su altri argomenti speciali, secondo quanto sarà ogni anno fissato dal Consiglio della Facoltà di Ingegneria ed indicato nell'apposito manifesto del Corso.

Al Corso possono essere iscritti:

- a) i laureati in una Facoltà di ingegneria in Italia;
- b) i laureati in scienze geologiche;
- c) gli stranieri, provvisti di titolo conseguito presso Scuole estere ritenuto sufficiente dal Consiglio di Facoltà.

In relazione ad eventuali deficienze riscontrate nella precedente carriera scolastica di singoli iscritti, il Direttore del Corso può stabilire per essi l'obbligo di seguire anche insegnamenti compresi nel piano de-

gli studi del corso di laurea in ingegneria mineraria o di superarne preventivamente alcuni esami.

Corrispondentemente, per i laureati in ingegneria mineraria, il direttore può, caso per caso, stabilire invece l'esonero dalla frequenza di particolari insegnamenti del Corso di perfezionamento che rientrino nell'ambito delle discipline da essi già seguite durante il corso di laurea.

ART. 51.

Le tasse e soprattasse scolastiche per gli allievi iscritti ai Corsi di perfezionamento sono le seguenti:

Tassa di iscrizione	L. 8000
Soprattassa esami	» 7000

Oltre ai contributi di laboratorio in misura da determinarsi dal Consiglio di amministrazione.

TITOLO IX

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA SCUOLA DIRETTA A FINI SPECIALI

Scuola per Diplomatici in Scienze ed Arti Grafiche

ART. 52.

La Scuola ha il fine di promuovere la cultura, le scienze applicate e l'arte nel campo della stampa al servizio dell'industria e di preparare i relativi docenti al servizio della Scuola.

ART. 53.

La durata del Corso di studi è di due anni.

Possono esservi ammessi i cittadini italiani in possesso del diploma di maturità classica, o scientifica o di abilitazione tecnica o del diploma di Scuola secondaria di primo grado unitamente a titoli specifici ritenuti idonei ai soli fini dell'ammissione alla Scuola, dal Consiglio di Facoltà, nonchè gli stranieri in grado di dimostrare la conoscenza della lingua italiana, aventi titolo riconosciuto equipollente dal medesimo Consiglio della Scuola.

Ogni anno e tempestivamente, il Consiglio della Facoltà di Architettura determinerà il numero massimo degli studenti ammissibili al primo Corso.

Saranno prescelti i richiedenti che risulteranno aver ottenuto le migliori votazioni per il conseguimento dei diplomi anzidetti.

ART. 54.

L'anno accademico ha inizio e fine coincidenti con quelli della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

La domanda di iscrizione, in carta legale, diretta al Rettore del Politecnico di Torino, deve essere corredata dei seguenti documenti: certificato di nascita, titolo di studio di cui all'art. 53 in originale, tre fotografie, di cui una autenticata, quietanza comprovante il pagamento della prima rata delle tasse, soprattasse e contributi annui.

ART. 55.

Il Direttore della Scuola viene eletto dal Consiglio della Facoltà di Architettura e nominato dal Rettore del Politecnico.

Il Consiglio della Scuola, presieduto dal Preside della Facoltà di Architettura, si compone del Direttore della Scuola medesima e di tutti i professori designati a tenere i Corsi prescritti.

Gli insegnanti della Scuola, proposti dal Consiglio della Facoltà di Architettura e nominati dal Rettore, possono essere scelti tra: i professori ufficiali, i liberi docenti, gli aiuti ed assistenti della Facoltà di Architettura o di altra Facoltà; nonchè tra persone di riconosciuta competenza, anche fuori dell'ambito universitario.

ART. 56.

Le materie di insegnamento sono:

nel 1° anno:

Fisica, matematica (1 quadrimestre per ciascuna)
Merceologia nel campo della stampa
Cultura generale nel campo della stampa
Storia della scrittura
Disegno
Tipologia

nel 2° anno:

Studio degli stampati
Economia
Tecniche della stampa
Meccanica
Composizione della stampa
Aziendologia nel campo della stampa.

Sono inoltre prescritte esercitazioni pratiche anche in stabilimenti grafici da destinarsi.

ART. 57.

I programmi di insegnamento vengono predisposti, di anno in anno, dal Consiglio della Scuola e sottoposti all'approvazione del Consiglio della Facoltà di Architettura. Il Consiglio della Scuola determina anche l'orario dei corsi e delle esercitazioni.

ART. 58.

La frequenza ai singoli insegnamenti deve essere attestata dai rispettivi insegnanti e notificata ogni quadrimestre al Direttore della Scuola.

ART. 59.

Per essere ammessi al secondo corso, gli iscritti debbono aver ottenuto tutte le attestazioni di frequenza e superato almeno quattro esami del 1° Corso.

ART. 60.

Per essere ammessi a sostenere l'esame finale di diploma, consistente in una monografia su argomento assegnato da docente della Scuola scelto dal candidato ed in un colloquio, gli iscritti dovranno aver seguito i corsi, superato gli esami di tutti gli insegnamenti del biennio di studi ed aver compiuto con esito favorevole le determinate esercitazioni pratiche.

I candidati non riconosciuti idonei potranno ripresentarsi all'esame di diploma in una delle due sessioni dell'anno scolastico seguente e per una sola volta.

Non conseguendo la idoneità al secondo esame, saranno senz'altro esclusi da ulteriori prove.

ART. 61.

Le Commissioni esaminatrici, nominate dal Preside della Facoltà di Architettura, su proposta del Direttore della Scuola, sono composte:

per gli esami di profitto: dall'insegnante della materia, presidente; da un insegnante di materia affine e da un cultore della materia;

per l'esame finale di diploma: dal Preside della Facoltà di Architettura, Presidente; dal Direttore della Scuola, da sei Membri scelti fra gli insegnanti della Scuola e da tre Membri scelti fra i cultori delle materie di insegnamento dei due anni di corso.

Qualora il Direttore della Scuola sia anche il Preside della Facoltà, i Membri scelti fra gli insegnanti saranno sette.

ART. 62

Agli iscritti che avranno superato l'esame finale viene rilasciato il diploma « in Scienze ed Arti grafiche ».

ART. 63.

Le tasse e soprattasse sono le seguenti:

tassa annuale di iscrizione	Lire 18.000
soprattassa annuale di esami di profitto	» 7.000
soprattassa per esami di diploma	» 3.000

L'ammontare dei contributi per le esercitazioni pratiche e per le altre prestazioni di cui gli iscritti possono usufruire durante il corso degli studi viene fissato anno per anno dal Consiglio di amministrazione del Politecnico.

La tassa erariale di diploma ammonta a Lire 6.000.

TITOLO X

FACOLTA DI INGEGNERIA

Suole di Perfezionamento e di Specializzazione

ART. 64.

Le scuole di perfezionamento e di specializzazione hanno lo scopo di consentire agli allievi di ampliare le proprie conoscenze in un particolare ramo applicativo dell'ingegneria.

Più precisamente le scuole di perfezionamento hanno come compito l'approfondimento della cultura scientifico-tecnica dell'allievo in una data branca dell'ingegneria, mentre le scuole di specializzazione hanno fini prevalentemente pratici e impartiscono all'allievo una maggior capacità tecnica in un dato ramo dell'ingegneria.

I corsi di dette scuole hanno durata di almeno due anni.

Il Consiglio della Facoltà di Ingegneria nomina ogni anno il direttore delle singole scuole.

Salvo eccezioni previste nei successivi articoli, possono iscriversi alle Scuole di perfezionamento o di specializzazione i laureati in ingegneria. Non è ammessa l'iscrizione contemporanea a due o più scuole o ad una scuola e ad un corso di perfezionamento, di cui al Titolo VIII.

Il numero degli allievi che potranno essere iscritti ogni anno alle singole scuole verrà fissato dai rispettivi direttori, compatibilmente con

le potenzialità dei laboratori e con le esigenze dei corsi normali di ingegneria.

Gli allievi che hanno superato tutti gli esami di una scuola e sono in possesso della laurea prescritta sono ammessi a sostenere un esame finale di diploma consistente in una discussione orale su una tesi eseguita sotto la guida di un docente della scuola.

A chi abbia frequentato una scuola per la durata prescritta viene rilasciato un certificato della frequenza e degli esami eventualmente sostenuti.

A chi abbia superato anche l'esame finale viene rilasciato un diploma di perfezionamento o di specializzazione.

Le Commissioni per gli esami di profitto per le singole materie sono costituite da tre insegnanti.

La Commissione per l'esame finale è costituita da cinque insegnanti. La composizione di tali Commissioni è designata dal Preside della Facoltà di Ingegneria, sentito per ogni scuola il rispettivo direttore.

ART. 65.

Le tasse e soprattasse scolastiche dovute dagli allievi iscritti alle Scuole di specializzazione o di perfezionamento della Facoltà di Ingegneria sono fissate nella stessa misura di quella vigente per gli studenti dei normali corsi di laurea o di diploma e precisamente:

Tassa di immatricolazione	L. 5.000
Tassa annuale iscrizione	» 18.000
Soprattassa annuale esami di profitto	» 7.000
Soprattassa per esame di diploma	» 3.000

L'ammontare dei contributi per le esercitazioni pratiche e per le altre prestazioni di cui gli allievi possono usufruire durante il corso di studi, viene determinato ogni anno dal Consiglio di Amministrazione del Politecnico per ciascuna scuola.

La tassa erariale di diploma ammonta a L. 6.000.

ART. 66.

La Scuola di specializzazione in Ingegneria Mineraria ha la durata di due anni accademici. Essa attua in particolare il programma di specializzazione previsto per i Funzionari della carriera direttiva del ruolo tecnico del Corpo delle Miniere.

Le materie di studio della Scuola sono le seguenti:

1° anno - *Fondamentali*:

1. Mineralogia.
2. Geologia.
3. Tecnologie minerarie.
4. Geofisica mineraria.

Complementari:

5. Petrografia.
6. Geologia applicata.

2° anno - *Fondamentali*:

7. Giacimenti minerari.
8. Arte mineraria.
9. Impianti minerari.
10. Preparazione dei minerali.

Complementari:

11. Tecnologie metallurgiche.
12. Economia e legislazione mineraria.

In funzione dell'indirizzo perseguito dai singoli allievi, il direttore della Scuola può concedere che le materie complementari siano, sino ad un massimo di tre, sostituite con i seguenti altri insegnamenti:

- Tecnica della perforazione petrolifera;
- Tecnica dei giacimenti di idrocarburi;
- Produzione degli idrocarburi.

Alla Scuola possono essere iscritti:

- a) i laureati in una Facoltà di Ingegneria in Italia;
- b) i Funzionari della carriera direttiva del ruolo tecnico del Corpo delle Miniere anche se provvisti della laurea in ingegneria.

All'esame finale di diploma sono ammessi solo i laureati in ingegneria.

Il direttore del Corso, su conforme parere del Consiglio della Facoltà di Ingegneria, può dispensare dall'obbligo della frequenza e dell'esame per singole materie quegli iscritti che già avessero seguito gli insegnamenti stessi nel loro precedente curriculum degli studi.

PIANO DEGLI STUDI DELLA FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Parte I — Ripartizione degli insegnamenti e precedenze negli esami

BIENNIO PROPEDEUTICO

		<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
1° ANNO	}	1.1 Analisi matematica I		
		1.2 Geometria I		
		1.3 Fisica I		
		1.4 Chimica		
		1.5 Disegno		
2° ANNO	}	2.1 Analisi matematica II	1.1; 1.2	
		2.2 Geometria II	1.2	
		2.3 Fisica II	1.3	
		2.4 Meccanica razionale	1.1; 1.2	
		2.5	Disegno edile (per allievi Civili)	1.5
			Chimica organica (per allievi Chimici)	1.4
			Disegno meccanico (per allievi Meccanici, Aeronautici, Nucleari, Elettrotecnici, Elettronici)	1.5
		2.5	Mineralogia (per allievi Minerari)	1.4
2.5	<i>Insegnamento anticipato del triennio.</i>			

Triennio: Ingegneria Civile

		<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
3° ANNO	}	3.1 Scienza delle costruzioni		
		3.2 Fisica tecnica		
		3.3 Elettrotecnica		
		3.4 Tecnologia dei materiali e chimica applicata		
		3.5 Architettura tecnica I		
		3.6 Litologia e geologia applicata		
		3.7 Disegno edile (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)		
4° ANNO	}	4.1 Meccanica applicata alle macchine e macchine	—	
		4.2 Idraulica	—	
		4.3 Tecnica delle costruzioni I	3.1	
		4.4 Topografia	—	
		4.5 Complementi di scienza delle costruzioni	3.1	
		4.6 Architettura tecnica II	3.1; 3.5	
5° ANNO	}	5.1 Costruzioni idrauliche	3.1; 4.2	
		5.2 Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti	3.1	
		5.3 Tecnica delle costruzioni II	4.5; 4.3	
		Sez. {	Edile: 5.4 Architettura e composiz. Arch.	4.6
			Idraulica: 5.4 Impianti speciali idraulici	4.2
			Trasporti: 5.4 Tecnica ed economia dei trasporti	3.3; 4.1
			e, a scelta:	
		5.5	Estimo ed esercizio della professione	—
		5.6	Urbanistica	—
		5.5	Economia e tecnica aziendale	—
5.6	Impianti speciali termici	3.2		

Triennio: Ingegneria Meccanica

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>		
3° ANNO	3.1	Scienza delle costruzioni		
	3.2	Meccanica applicata alle macchine		
	3.3	Fisica tecnica		
	3.4	Elettrotecnica		
	3.5	Chimica applicata		
	3.6	Tecnologia meccanica		
	3.7	Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)		
4° ANNO	4.1	Idraulica	—	
	4.2	Macchine I	3.2; 3.3	
	4.3	Costruzione di macchine	3.1; 3.2	
	4.4	Applicazioni industriali dell'elettrotecnica	3.4	
	4.5	Tecnica delle costruzioni	3.1	
	4.6	Tecnologia dei materiali	3.5	
5° ANNO	5.1	Impianti meccanici	3.2	
	5.2	Macchine II	4.2	
	5.3	Calcolo e progetto di macchine	4.3	
	5.4	Economia e tecnica aziendale	—	
	indirizzo a scelta	metrologico: 5.5	Metrologia generale e mis. mecc.	3.2
		5.6	Misure termiche e regolaz.	3.3
	d'officina:	5.5	Impianti speciali termici	3.3
		5.6	Misure termiche e regolaz.	3.3
	automobilistico:	5.5	Attrezzature di produzione	3.6
		5.6	Comandi e regolazioni	3.2; 3.4
	5.5	Costruzioni automobilistiche	4.3	
	5.6	Tecnica ed economia dei trasporti	3.2; 3.4	

Triennio: Ingegneria Elettrotecnica

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
3° ANNO	3.1	Scienza delle costruzioni	
	3.2	Meccanica applicata alle macchine	
	3.3	Fisica tecnica	
	3.4	Elettrotecnica I	
	3.5	Materiali per l'elettrotecnica	
	3.6	Complementi di matematica	
	3.7	Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	4.1	Idraulica	—
	4.2	Misure elettriche	3.4
	4.3	Macchine	3.2; 3.3
	4.4	Elettronica applicata	3.4
	4.5	Elettrotecnica II	3.4; 3.6
	4.6	Costruzione di macchine e tecnologie	3.1; 3.2
	4.7	Impianti elettrici I	3.4

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
5° ANNO	5.1 Macchine elettriche	4.5
	5.2 Comunicazioni elettriche	4.5
	5.3 Costruzioni idrauliche	4.1
	5.4 Impianti elettrici II e a scelta:	3.4; 4.7
	5.5 Economia e tecnica aziendale	—
	5.6 Applicazioni elettromeccaniche	4.5
	5.5 Economia e tecnica aziendale	—
	5.6 Controlli automatici	4.4
	5.5 Calcolatrici e logica dei circuiti	—
	5.6 Controlli automatici	4.4

Triennio: Ingegneria Chimica

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	—
	3.2 Meccanica applicata alle macchine	—
	3.3 Fisica tecnica	—
	3.4 Elettrotecnica	—
	3.5 Chimica applicata	—
	3.6 Chimica analitica	—
	3.7 Chimica organica (per gli allievi che non l'hanno seguita al II anno)	—
4° ANNO	4.1 Chimica fisica	3.3
	4.2 Macchine	3.2; 3.3
	4.3 Principi di ingegneria chimica	3.3
	4.4 Chimica industriale I	3.5; (*)
	4.5 Idraulica	—
	4.6 Metallurgia e metallografia	3.5
5° ANNO	5.1 Impianti chimici	4.2; 4.5
	5.2 Chimica industriale II	3.5; (*)
	5.3 Elettrochimica	3.4; 4.1
	5.4 Costruzione di macchine e tecnologie e, a scelta:	3.1; 3.2
	A)	—
	5.5 Economia e tecnica aziendale	—
	5.6 Misure chimiche e regolazioni	—
	B)	—
	5.5 Economia e tecnica aziendale	—
	5.6 Teoria e sviluppo dei processi chimici	—
	C)	—
	5.5 Tecnologie chimiche speciali	—
	5.6 Misure termiche e regolazioni	—
	D)	—
5.5 Siderurgia	—	
5.6 Misure termiche e regolazioni	—	

(*) 3.6 Per Chimica Industriale inorganica.
3.7 Per Chimica Industriale organica.

Triennio: Ingegneria Aeronautica

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	
	3.2 Meccanica applicata alle macchine	
	3.3 Fisica tecnica	
	3.4 Elettrotecnica	
	3.5 Chimica applicata	
	3.6 Tecnologia meccanica	
	3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	4.1 Aerodinamica	—
	4.2 Aeronautica generale	—
	4.3 Macchine ¹⁾	3.2; 3.3
	4.4 Costruzione di macchine	3.1; 3.2
	4.5 Idraulica	—
	4.6 Tecnologie aeronautiche	3.5
5° ANNO	5.1 Motori per aeromobili	4.3
	5.2 Costruzioni aeronautiche	3.1; 4.2
	5.3 Gasdinamica	4.1
	5.4 Progetto di aeromobili	3.1; 4.1
	5.5 Costruzione di motori per aeromobili e, a scelta, indirizzo:	4.4
	5.6 Economia e tecnica aziendale	—
	5.6 Sistemi di guida e navigazione	3.4; 4.2

Triennio: Ingegneria Mineraria

(Transitorio)

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>
3° ANNO	3.1 Scienza delle costruzioni	
	3.2 Meccanica applicata alle macchine	
	3.3 Fisica tecnica	
	3.4 Elettrotecnica	
	3.5 Geologia	
	3.6 Tecnologie minerarie	
	3.7 Mineralogia (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	4.1 Macchine	3.2; 3.3
	4.2 Arte mineraria	3.1
	4.3 Giacimenti minerali	2.5; 3.6
	4.4 Idraulica	—
	4.5 Tecnologie minerarie (corso spec. transit.)	3.1; 3.2
	4.6 Topografia	—

		<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>		
5° ANNO	indirizzò a scelta	5.1 Impianti minerari	3.4; 4.2		
		5.2 Preparazione dei minerali	3.4; 3.7		
		5.3 Topografia ⁽¹⁾			
		5.4 Geofisica mineraria			
		} esercizio miniere:	5.5 Tecnologie metallurgiche	(2)	
			5.6 Tecnica delle costruzioni	3.1	
			} idrocarburi:	5.5 Tecnica dei giacimenti di idrocarburi	3.3; 4.4
				5.6 Produzione degli idrocarburi	4.5; (3)
			} prospezione:	5.5 Analisi dei minerali	3.7; (2)
				5.6 Prospezione geomineraria	4.3

(1) Assieme al 4° anno.

(2) « Chimica applicata » del precedente ordinamento degli studi.

(3) o « Tecnica della perforazione e sondaggi » del precedente ordinamento degli studi.

Iscrizione al 3°, 4° e 5° anno per gli allievi di Ingegneria Mineraria per il 1966-67.

a) Per gli allievi iscritti regolarmente al 3° anno nel 1965-66, fermo restando che dovranno sostenere anche l'esame di Disegno meccanico, insegnamento esistente nel piano degli studi del 2° anno nel 1964-65, l'iscrizione al 4° anno nel 1966-67 può avvenire dopo aver superato entro la sessione autunnale, gli esami di tre materie scelte fra quelle del 3° anno del piano degli studi 1965-66.

b) Per gli allievi iscritti regolarmente al 4° anno nel 1965-66 l'iscrizione al 5° anno nel 1966-67 è subordinata al superamento di sei materie scelte fra tutte quelle del 3° anno del piano degli studi 1964-65 e tutte quelle del 4° anno del piano degli studi provvisorio 1965-66.

c) Per gli allievi fuori corso del 2°, 3° e 4° anno, a seguito dell'avvenuto cambiamento del piano di studi, l'iscrizione potrà essere ottenuta secondo un apposito piano ricostruito dal Consiglio di Facoltà.

Triennio: Ingegneria Elettronica

		<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
3° ANNO	}	3.1 Scienza delle costruzioni		
		3.2 Meccanica delle macchine e macchine		
		3.3 Fisica tecnica		
		3.4 Elettrotecnica I		
		3.5 Materiali per l'elettrotecnica		
		3.6 Complementi di matematica		
		3.7 Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)		
4° ANNO	}	4.1 Campi elettromagnetici e circuiti	3.4; 3.6	
		4.2 Misure elettriche	3.4	
		4.3 Elettronica applicata	3.4	
		4.4 Teoria delle reti elettriche	3.4; 3.6	
		4.5 Tecnologia meccanica	—	
		4.6 Impianti elettrici	3.4	
5° ANNO	}	5.1 Comunicazioni elettriche	4.3	
		5.2 Controlli automatici	4.3	
		5.3 Radiotecnica	4.3	
		5.4 Misure elettroniche	4.2; 4.3	
		5.5 Tecnica delle iperfrequenze	4.3; 4.1	
		5.6 Telefonia	4.3	
		e, a scelta:		
		A)		
5.7 Economia e tecnica aziendale	—			
B)				
5.7 Calcolatrici e logica dei circuiti	—			

Triennio: Ingegneria Nucleare

	<i>Insegnamenti</i>	<i>Precedenze</i>	
3° ANNO	3.1	Scienza delle costruzioni	
	3.2	Meccanica delle macchine	
	3.3	Fisica tecnica	
	3.4	Elettrotecnica	
	3.5	Chimica applicata	
	3.6	Tecnologia meccanica	
	3.7	Disegno meccanico (per gli allievi che non l'hanno seguito al II anno)	
4° ANNO	4.1	Fisica atomica	—
	4.2	Macchine I	3.2; 3.3
	4.3	Fisica nucleare	—
	4.4	Chimica degli impianti nucleari	3.5
	4.5	Costruzione di macchine	3.1; 3.2;
	4.6	Idraulica	—
	4.7	Fisica del reattore nucleare	—
5° ANNO	5.1	Elettronica nucleare	3.4
	5.2	Impianti nucleari	4.2; 4.3; 4.7
	5.3	Macchine II	3.2; 3.3
	5.4	Calcolo e progetto di macchine e, a scelta:	4.5
		A)	
	5.5	Trasmissione del calore	
	5.6	Tecnologie nucleari	
		B)	
	5.5	Misure nucleari	
	5.6	Reattori nucleari	
		C)	
	5.5	Economia e tecnica aziendale	
	5.6	Tecnica delle costruzioni	
		D)	
	5.5	Impianti chimici	
5.6	Misure chimiche e regolazioni		

Parte II — Norme concernenti le sessioni d'esami ed il passaggio da un anno di corso al successivo

1. - Sessioni d'esami

Gli esami di profitto si possono sostenere nella sessione *estiva*, nella sessione *autunnale* e nell'*appello invernale*.

La sessione *estiva* comprende:

- a) un appello anticipato per studenti fuori corso e per studenti reiscritti al più per due materie: dal 2 al 15 maggio;
- b) due appelli ordinari per tutti gli studenti: dal 10 giugno al 25 luglio.

La sessione *autunnale* comprende:

due appelli ordinari per tutti gli studenti: dal 1° ottobre al 5 novembre.

L'*appello invernale* si svolge:

- a) per tutti gli studenti, dal 3 al 15 gennaio;
- b) per studenti fuori corso e per studenti reiscritti al più per due materie: dal 1° al 15 marzo.

2. - Norme per gli esami

Nell'appello *invernale* gli studenti *regolari* non possono sostenere più di *due* esami.

In ciascuna sessione non si può ripetere un esame fallito nella sessione stessa.

Nell'appello *invernale* non si può ripetere un esame fallito nell'appello stesso od in entrambe le precedenti sessioni estiva ed autunnale.

3. - Esami generali di laurea

Per gli esami generali di laurea, sono previsti due turni per ciascuno dei periodi di esame, così distribuiti:

(sessione estiva)	{	nella 2 ^a metà di maggio
		nella 2 ^a metà di luglio
(sessione autunnale)	{	nella 2 ^a metà di novembre
		nella 2 ^a metà di dicembre
(sessione invernale)	{	nella 2 ^a metà di gennaio
		nella 2 ^a metà di marzo.

A norma di Statuto gli allievi devono segnalare al Preside, tramite la Segreteria, l'argomento prescelto per la tesi almeno quattro mesi prima dell'esame di laurea, e precisamente entro le seguenti date:

(sessione estiva)	{	15 gennaio
		15 marzo
(sessione autunnale)	{	15 luglio
		15 agosto
(sessione invernale)	{	15 settembre
		15 novembre

Le domande di ammissione all'esame di laurea dovranno essere presentate in Segreteria, almeno dieci giorni prima dell'esame stesso; gli elaborati firmati, testo e disegni, dal Relatore, almeno tre giorni prima.

4. - Immatricolazione

All'atto dell'iscrizione al 1° anno di Ingegneria, lo studente deve indicare il corso di laurea che intende seguire, scelto fra gli otto seguenti:

Ingegneria Civile, Meccanica, Elettrotecnica, Chimica, Aeronautica, Mineraria, Elettronica, Nucleare.

Per eventuali successivi cambiamenti di corso di laurea occorre sottoporre domanda al Consiglio di Facoltà.

5. - Iscrizione al 2° anno

Per ottenere l'iscrizione al 2° anno lo studente — al termine della sessione autunnale — deve avere superato l'esame in almeno *due* degli insegnamenti seguenti:

Analisi matematica I
Geometria I
Fisica I
Chimica.

6. - Iscrizione al 3° anno

Per ottenere l'iscrizione al terzo anno lo studente — al termine della sessione autunnale — oltre ad essere in possesso delle attestazioni di frequenza di tutte le discipline previste per il primo e secondo anno, dovrà aver superato gli esami in tutti gli insegnamenti sbarranti elencati nel piano degli studi del biennio propedeutico: 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4.

Lo studente che sia in debito, oltrechè degli esami degli insegnamenti aggiunti: 2.5, 2.6, anche di un solo esame, a sua scelta, del secondo anno di corso, potrà ugualmente essere iscritto al terzo anno, con l'obbligo di superare tale esame prima di sostenere qualsiasi esame del triennio di applicazione.

Tuttavia lo studente che al termine della sessione autunnale si trova in debito di non più di tre dei suddetti esami, può ugualmente presentare domanda di iscrizione al 3° anno con la riserva che essa *diventi effettiva* se entro l'appello di gennaio egli avrà completato gli esami d'obbligo dimostrando di avere fino allora frequentato i corsi del 3° anno, mentre in ogni altro caso la domanda varrà per l'iscrizione a fuori corso del 2° anno.

La concessione suddetta vale anche per gli allievi provenienti da altri bienni, purchè all'atto della presentazione della domanda con riserva sia già pervenuto al Politecnico il loro foglio di congedo e purchè da esso risulti che il passaggio dal 1° al 2° anno è avvenuto con rispetto alle norme indicate al precedente n. 5.

Per gli allievi provenienti da altri bienni, nel cui piano degli studi l'insegnamento di Geometria II è sostituito con altra materia, il Consiglio di Facoltà stabilirà, caso per caso, le condizioni di ammissione.

7. - Iscrizione al 4° anno

Per ottenere l'iscrizione al 4° anno lo studente — al termine della sessione autunnale — deve aver superato almeno tre dei seguenti esami: 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6.

8. - Iscrizione al 5° anno

Per ottenere l'iscrizione al 5° anno lo studente — al termine della sessione autunnale — deve aver superato gli esami di almeno sei materie scelte tra quelle previste dal piano degli studi per il 3° e 4° anno di corso.

9. - Studenti in debito di attestazioni di frequenza

Gli studenti iscritti al 1°, 3°, 4° anno in debito di due o più attestazioni di frequenza non possono ottenere l'iscrizione all'anno di corso successivo e devono iscriversi come ripetenti per i soli insegnamenti mancanti di attestazione di frequenza.

Gli studenti iscritti al 1°, 3°, 4° anno in debito di una sola attestazione di frequenza possono ottenere l'iscrizione all'anno di corso successivo con obbligo di reiscrizione al corso del quale non hanno ottenuto l'attestazione di frequenza.

Gli studenti iscritti al 2° anno in debito di una sola o più delle seguenti attestazioni di frequenza: Analisi matematica II, Geometria II, Fisica II, Meccanica razionale, devono iscriversi come ripetenti ai corsi per i quali manca l'attestazione di frequenza.

10. - Studenti privi dei requisiti richiesti per la iscrizione al successivo anno di corso

Salvi i casi contemplati nel precedente n. 9, lo studente di qualsiasi anno che non possiede i requisiti richiesti per la iscrizione all'anno successivo viene considerato fuori corso; in tale posizione lo studente non ha obblighi di frequenza e può sostenere esami soltanto su discipline per cui abbia precedentemente ottenuto le prescritte attestazioni di frequenza.

È fatto obbligo agli allievi che, per qualsiasi motivo, ottengono l'iscrizione al nostro Politecnico dopo il 1° gennaio di dimostrare l'effettiva frequenza ai corsi sin dall'inizio dell'anno accademico. Tale frequenza potrà essere stata ottenuta o presso la Facoltà di provenienza, qualora lo studente sia ad essa iscritto nell'anno accademico considerato, o presso la nostra Facoltà.

In questo secondo caso lo studente è ammesso a frequentare, nelle more del trasferimento, le regolari esercitazioni dei corsi per i quali chiede l'iscrizione.

11. - Prova di cultura generale

L'esame di Laurea per i candidati che presentino domanda di Laurea dopo più di cinque anni accademici dalla data della prima iscrizione al 3° anno comprenderà una prova preliminare di cultura generale.

Per gli allievi che si iscrivono al triennio di applicazione avendo già superato alcuni esami del triennio stesso presso altra sede potrà essere richiesto, a giudizio del Consiglio di Facoltà, il superamento di una prova di cultura generale prima dell'esame di Laurea anche qualora non esistano le condizioni di cui al primo capoverso del presente articolo.

PIANO DEGLI STUDI DELLA SCUOLA DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE

I corsi per il conseguimento della Laurea in Ingegneria Aerospaziale hanno la durata di due anni accademici.

Possono iscriversi al I anno della Scuola di Ingegneria Aerospaziale studenti già laureati in Ingegneria.

Possono iscriversi al II anno della Scuola di Ingegneria Aerospaziale studenti già laureati in Ingegneria Aeronautica.

La Scuola è suddivisa in due indirizzi:

STRUTTURE PROPULSORI

Gli insegnamenti sono i seguenti:

INDIRIZZO STRUTTURE

Per il I Anno

1. Aerodinamica I
2. Gasdinamica I
3. Motori per Aeromobili
4. Aeronautica generale
5. Costruzioni aeronautiche I
6. Progetto di aeromobili I

INDIRIZZO PROPULSORI

Per il I Anno

1. Aerodinamica I
2. Gasdinamica I
3. Motori per Aeromobili
4. Costruzione di motori per aeromobili
5. Sistemi di guida e navigazione
6. Tecnologie aeronautiche

Più una materia a scelta fra le seguenti:

- 7a. Sistemi di guida e navigazione
- 7b. Tecnologie aeronautiche
- 7c. Tecnica degli endoreattori

- 7a. Aeronautica generale
- 7b. Costruzioni aeronautiche I
- 7c. Tecnica degli endoreattori

Per il II Anno

8. Aerodinamica II
9. Costruzioni aeronautiche II
10. Progetto di Aeromobili II
11. Sperimentazione di volo
12. Strumenti di bordo

Per il II Anno

8. Dinamica del missile
9. Gasdinamica II
10. Misure fluidodinamiche
11. Motori per missili
12. Strutture aeromissilistiche

Più una materia a scelta fra le seguenti:

- 13a. Fisica dei fluidi
- 13b. Impianti motori astronautici

- 13a. Costruzione di motori per missili
- 13b. Fisica dei fluidi

Oltre alle materie sopra segnate potranno essere svolte serie di conferenze su argomenti di specializzazione.

PIANO DEGLI STUDI DEL CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN INGEGNERIA ELETTROTECNICA

Sezioni: Elettromeccanica.

Comunicazioni elettriche (Sottosezioni: Radioelettronica e Telefonia).

SEZIONE ELETTROMECCANICA

Il Corso ha come fondamento, per la sezione Elettromeccanica, gli insegnamenti generali di *Complementi di Matematica, Elettrotecnica I, Elettrotecnica II, Misure elettriche, Impianti elettrici I, Impianti elettrici II, Macchine elettriche, Applicazioni elettromeccaniche* impartiti presso il Politecnico di Torino. Gli allievi sono tenuti a dimostrare con esami la conoscenza di tali materie.

Dagli esami corrispondenti possono essere esentati (a domanda degli interessati, da presentare alla Direzione del Corso) quegli iscritti che provino di aver precedentemente seguito con profitto corsi analoghi.

Il Corso consiste in insegnamenti speciali, integrati da gruppi di conferenze di carattere monografico, da esercitazioni, prove teoriche e sperimentali, viste e sopralluoghi.

Il Corso ha la durata di un anno accademico. Ad esso possono essere iscritti i laureati in ingegneria, in fisica od in matematica e fisica. Il Corso rilascia un certificato di perfezionamento in Elettrotecnica, Sezione Elettromeccanica.

Possono venir ammessi al Corso gli Ufficiali di Artiglieria, Genio e Marina, che abbiano superato gli esami dei rispettivi Corsi di applicazione, anche se sprovvisti di laurea in ingegneria. Ad essi viene rilasciato un certificato degli esami superati.

Gli esami delle materie speciali si svolgono durante le sessioni estiva ed autunnale. La prova finale ha luogo nella sessione autunnale, dopo che il candidato abbia svolto un lavoro di carattere teorico-sperimentale.

Gli iscritti al Corso possono chiedere di essere ammessi a seguirlo come allievi interni. Gli allievi interni frequentano l'Istituto con orario normale dal 24 gennaio alla fine di dicembre esclusi due mesi di ferie: essi seguono l'attività normale del Reparto dell'Istituto cui vengono assegnati.

Agli allievi più meritevoli possono essere assegnate borse di studio. Possono altresì essere concessi agli allievi speciali premi. L'esito del Corso può essere considerato come titolo di preferenza per un'eventuale assunzione nel personale dell'Istituto Nazionale Elettrotecnico « G. Ferraris ».

Corsi annuali:

1. Complementi di macchine elettriche.
 - a) Macchine rotanti.
 - b) Trasformatori.
 - c) Metadinamo.

2. Complementi di impianti elettrici.

- a) Teoria delle reti in regime permanente e transitorio.
- b) Centrali termoelettriche.
- c) Il corto circuito negli impianti.
- d) Modelli di reti.
- e) Alte tensioni.
- f) Apparecchi d'interruzione.
- g) Dinamica degli impianti.

3. Elettronica industriale.

4. Regolazioni automatiche.

Corsi quadrimestrali:

5. Materiali conduttori dielettrici e magnetici.
6. Tecnologia delle macchine elettriche.
7. Tecnologia degli impianti elettrici.
8. Misure industriali sugli impianti elettrici.

Corsi monografici:

- Organizzazione industriale.
- Problemi economici delle imprese elettriche.

SEZIONE COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Sottosezioni: Radioelettronica - Telefonia

Il Corso ha come fondamento, per la Sezione Comunicazioni Elettriche, gli insegnamenti generali del corso di laurea in Ingegneria Elettronica, impartiti presso il Politecnico di Torino. Gli allievi sono tenuti a dimostrare, con esami, la conoscenza di tali materie.

Dagli esami corrispondenti possono essere esentati (a domanda degli interessati, da presentare alla Direzione del Corso) quegli iscritti che provino di avere precedentemente seguito con profitto corsi analoghi.

Il Corso consiste in insegnamenti speciali, integrati da gruppi di conferenze di carattere monografico, da esercitazioni, prove teoriche e sperimentali e ricerche di laboratorio. Il Corso ha la durata di un anno accademico e valgono per esso le norme, relative alla iscrizione, alla frequenza ed agli esami, precisate per quello di Elettromeccanica.

Il Corso rilascia un certificato di perfezionamento in Elettrotecnica, Sezione Comunicazioni elettriche (Sottosezioni: *Radioelettronica o Telefonia*). La Sottosezione Radioelettronica prevede la suddivisione nei due indirizzi di Radiotecnica ed Elettronica.

Agli allievi interni più meritevoli possono essere assegnate borse di studio; possono altresì essere concessi agli allievi speciali premi.

Sottosezione Radioelettronica

Corsi generali:

1. Fenomeni transistori - Applicazioni dei semiconduttori.
2. Tecnica delle forme d'onda.
3. Misure elettriche.

4. Radiolocalizzazione.
5. Comunicazioni mediante satelliti.
6. Radiotrasmettitori.
7. Televisione monocromatica e a colori.
8. Principi di funzionamento dei ponti radio.
9. Controlli automatici
10. Circuiti numerici e loro logica.
11. Elettronica industriale.

Corsi monografici:

12. Concetti di fisica dello stato solido.

Sottosezione Telefonia

Corsi generali:

1. Impianti di rete e di centrali.
2. Commutazione telefonica.
3. Traffico telefonico.
4. Trasmissione telefonica.
5. Misure telefoniche.
6. Acustica.
7. Tecnologia dei materiali telefonici.
8. Impianti interni speciali.
9. Trasmissione numerica dei dati.
10. Fenomeni transistori - Applicazioni dei semiconduttori.

Corsi monografici:

11. Cavi telefonici.

PIANO DEGLI STUDI DEL CORSO DI SPECIALIZZAZIONE NELLA MOTORIZZAZIONE

Il Corso è suddiviso nelle due sezioni:

Automezzi da trasporto e Automezzi agricoli

che comprendono i seguenti insegnamenti:

Corsi fondamentali comuni alle due sezioni:

- Costruzione degli autoveicoli (con disegno).
- Motori per automobili (con disegno e laboratorio).
- Costruzione dei motori.
- Tecnologie speciali dell'automobile (con visite ad officine).
- Equipaggiamenti elettrici (1) (con esercitazioni).

Corsi speciali per la sezione:

AUTOMEZZI DA TRASPORTO

Problemi speciali e prestazioni degli automezzi:

- a) per impiego su strada;
- b) per impiego su rotaie;
- c) per impieghi militari.

Costruzione delle carrozzerie.

AUTOMEZZI AGRICOLI

Meccanica agraria.

Problemi speciali delle trattrici agricole.

Macchine speciali e apparecchiature complementari delle trattrici
(con esercitazioni al Centro Nazionale Meccanico Agricolo).

I Corsi sono completati da due cicli di conferenze:

- 1) *Applicazioni della gomma alle costruzioni degli automezzi;*
- 2) *Vibrazioni del gruppo propulsore degli autoveicoli.*

Al termine del Corso, che ha la durata di un anno accademico, viene rilasciato, in seguito ad esame scritto ed orale, un certificato degli studi compiuti e degli esami superati.

Possono essere iscritti al Corso, oltre ai laureati in ingegneria, gli Ufficiali dell'Esercito e della Marina, anche se sprovvisti della laurea in ingegneria, comandati dai rispettivi Ministeri; a questi allievi viene rilasciato analogo certificato finale.

Gli iscritti al Corso (non comandati) possono concorrere al conferimento di borse di studio.

(1) Gli allievi della sezione Automezzi agricoli seguiranno soltanto una parte di questo corso, secondo quanto deciderà il docente.

PIANO DEGLI STUDI DEL CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN INGEGNERIA NUCLEARE « G. AGNELLI »

Il corso comprende i seguenti insegnamenti:

1. Fisica nucleare.
2. Chimica e gli impianti nucleari.
3. Tecnologie nucleari.
4. Reattori nucleari.
5. Impianti nucleari,

oltre a lezioni complementari attinenti agli stessi corsi, a conferenze di aggiornamento, visite ad impianti e prove di laboratorio, che avranno luogo sia presso gli Istituti di Fisica Tecnica e di Fisica Sperimentale del Politecnico, sia presso il Reattore nucleare del Centro SO.RI.N. di Saluggia.

L'insegnamento di Impianti Nucleari comprende l'avviamento a calcoli di progetto ed il disegno relativo, nonché corsi di lezione sulla propulsione navale e sull'economia degli impianti.

Possono iscriversi al Corso i laureati in ingegneria. Per i laureati in Ingegneria Nucleare si terrà conto degli esami corrispondenti di specializzazione già superati nel triennio di applicazione. Essi saranno in particolare tenuti a frequentare le lezioni complementari.

Gli iscritti al Corso di Perfezionamento in Ingegneria Nucleare che abbiano conseguito la laurea in Ingegneria, con una votazione nell'esame finale superiore agli 88/110, possono concorrere al conferimento di premi di frequenza.

Alla fine del corso, in seguito all'esito favorevole di apposito esame, verrà rilasciato un certificato degli studi compiuti e degli esami superati.

PIANO DEGLI STUDI DELLA FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

1° ANNO

- ✓ **Analisi matematica e geometria analitica I.**
- ✓ **Chimica generale ed applicata.**
- ✓ **Disegno dal vero I.**
- ✓ **Elementi di architettura e rilievo monumenti I.**
- ✓ **Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva.**
- ✓ **Storia dell'arte e storia e stili dell'architettura I.**
- ✓ **Lingua straniera (compl.).**
- ✓ **Plastica (compl.).**

2° ANNO

- ✓ **Analisi matematica e geometria analitica II.**
- ✓ **Applicazioni di geometria descrittiva.**
- ✓ **Elementi di architettura e rilievo monumenti II.**
- ✓ **Elementi costruttivi.**
- ✓ **Fisica generale.**
- ✓ **Meccanica razionale e statica grafica.**
- ✓ **Mineralogia e Geologia.**
- ✓ **Storia dell'arte e storia e stili della architettura II.**
- ✓ **Disegno dal vero II.**

3° ANNO

Caratteri distributivi degli edifici.

Caratteri stilistici e costruttivi monumenti.

Elementi di composizione.

Fisica tecnica.

Igiene edilizia.

Scienza delle costruzioni I.

Topografia e costruzioni stradali.

Arte dei giardini (compl.).

4° ANNO

Architettura interni arredamento e decorazione I.

Composizione architettonica I.

Impianti tecnici.

Scienza delle Costruzioni II.

Restauro dei monumenti.

Urbanistica I.

Materie giuridiche (compl.).

Decorazione (compl.).

Scenografia (compl.).

5° ANNO

Architettura interni arredamento e decorazione II.

Composizione architettonica II.

Urbanistica II.

Tecnologia dei materiali e tecnica delle costruzioni

Estimo ed esercizio professionale.

Norme speciali per l'ammissione al 3° anno

Può ottenere l'iscrizione al 3° corso della Facoltà di Architettura:

lo studente che ha superato tutti gli esami consigliati dal piano degli studi della Facoltà per il 1° e 2° anno;

lo studente che al termine della sessione autunnale si trova in debito di due materie fondamentali e delle due materie complementari (Lingua straniera - Plastica) del biennio. Dette materie dovranno avere precedenza di esame su tutti gli insegnamenti del triennio.

Inoltre, lo studente che al termine della sessione autunnale si trova in debito di non più di quattro materie fondamentali (oltre le due eventuali complementari) del biennio, può presentare domanda d'iscrizione al 3° anno, con la riserva che essa diventi effettiva, se entro l'appello di febbraio egli avrà completato gli esami d'obbligo e dimostrato di avere fino allora frequentato i corsi del 3° anno, mentre in ogni altro caso la domanda varrà per l'iscrizione a fuori corso del 2° anno.

N. B. - In considerazione che non tutte le Facoltà di Architettura hanno attuato l'anticipazione al secondo anno dell'insegnamento di Meccanica razionale e statica grafica, finchè durerà tale diversità di piani di studio, gli studenti potranno accedere al terzo corso in difetto dell'esame di Meccanica razionale e statica grafica con la clausola, però, che esso dovrà precedere — in ogni caso — quelli di Fisica tecnica e di Scienza delle costruzioni I.

**PIANO DEGLI STUDI
DELLA SCUOLA DIRETTA A FINI SPECIALI
IN SCIENZE E ARTI GRAFICHE**

1° ANNO

Fisica, Matematica (un quadrimestre per ciascuno).
Merceologia nel campo della stampa.
Cultura generale nel campo della stampa.
Storia della scrittura.
Disegno.
Tipologia.

2° ANNO

Studio degli stampati.
Economia.
Tecniche della stampa.
Meccanica.
Composizione della stampa.
Aziendologia nel campo della stampa.

FACOLTÀ DI INGEGNERIA
BIENNIO PROFESSIONICO

**PROGRAMMI DI INSEGNAMENTO DELLE FACOLTÀ,
SCUOLE E CORSI DI PERFEZIONAMENTO**

Prof. Carlo Pavani, Sez. II
Prof. Anna Lisa Baccin, Sez. I

Matematica

- Il calcolo di integrali
- Corrispondenti in integrali
- Integrali
- Matrici, sistemi, equazioni
- Integrali, integrali
- Il calcolo

Geometria delle funzioni di una variabile

- Il calcolo di integrali
- Diagrammi cartesiani
- Matrici e Matrici - Integrali
- Integrali integrali
- Funzioni iperboliche
- Funzioni composte - Funzioni trascendenti

Algebra e geometria

- Funzioni trascendenti
- Diagrammi di funzioni
- Integrali integrali
- Matrici integrali - Matrici
- Funzioni trascendenti

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

BIENNIO PROPEDEUTICO

I ANNO

ANALISI MATEMATICA - I

(Prof. VINCENZO CAPRA - corso A)

(Prof. FLAVIO PREVIALE - corso B)

(Prof. ANNA ROSA ABETE - corso C)

Nozioni preliminari:

Il concetto di insieme.
Corrispondenze fra insiemi.
Numeri reali.
Massimo, minimo, estremi.
Intervalli, intorni.
Il numero e .

Generalità sulle funzioni di una variabile:

Il concetto di funzione.
Diagrammi cartesiani.
Estremi - Monotonia - Inversione.
Grafici fondamentali.
Funzioni iperboliche.
Funzioni composte - Funzioni elementari.

Limiti e continuità:

Variabili associate.
Definizione di limite.
Teoremi sui limiti.
Limiti fondamentali - Continuità.
Limiti di funzioni monotone.
Altri limiti fondamentali.
Confronto di infinitesimi ed infiniti.
Asintoti di diagrammi cartesiani.
Proprietà delle funzioni continue.
Singularità di funzioni continue.

Derivate e differenziali:

- Definizione di derivata.
- Incrementi e differenziali.
- Derivate di funzioni elementari.
- Regole di derivazione.
- Quadro delle derivate fondamentali.
- Derivate successive.

Teoremi del calcolo differenziale e applicazioni:

- Massimi e minimi: definizione.
- Teoremi di Rolle, Cauchy e Lagrange.
- 1° metodo per la determinazione dei massimi e minimi.
- Regole di De l'Hospital.
- Zeri di una funzione e loro molteplicità.
- Radici reali di un'equazione algebrica.
- Formula di Taylor.
- Formula di Mac Laurin e applicazioni.
- Concavità - Flessi.
- 2° metodo per la determinazione dei massimi e dei minimi.
- Derivate di punti e vettori.

Primi elementi di calcolo integrale:

- L'integrale come funzione primitiva.
- Quadro degli integrali fondamentali.
- Regole d'integrazione.
- Calcolo di integrali notevoli.
- Quadrature e cubature per mezzo di integrali.
- Lunghezza di un arco di curva.

Funzioni di più variabili:

- Funzioni di punto.
- Derivate parziali e differenziali.
- Derivazione composta - Piano tangente.
- Formula di Taylor - Massimi e minimi.
- Intersezione di una superficie col piano tangente.
- Funzioni omogenee.
- Funzioni implicite.
- Campi scalari - Gradiente.
- Campi vettoriali - Divergenza - Rotore.

Elementi di analisi numerica:

- L'approssimazione nei calcoli numerici.
- Formula generale per gli errori.
- Differenze finite.
- Formule di approssimazione lineari.
- Formule di approssimazione non lineari.
- Formule empiriche.
- Risoluzione grafica di equazioni.
- Metodo delle tangenti.
- Metodo delle corde.
- Derivazione numerica.
- Formule di inquadratura.
- Integrazione grafica.

GEOMETRIA - I

(Prof. ARISTIDE SANINI - corso A)

(Prof. GIUSEPPE TANTURRI - corso B)

(Prof. FRANCO FAVA - corso C)

Primi elementi di algebra lineare: sistemi (di 2 e 3 equazioni); determinanti (del 2° e 3° ordine).

Vettori: operazioni lineari; base; cambiamento di base; prodotto scalare; prodotto vettoriale e prodotto misto.

Coordinate cartesiane nel piano: rappresentazione del punto e della retta; condizione di parallelismo tra rette; angoli; distanze; perpendicolarità; circonferenza; coordinate polari; formule per il cambiamento del riferimento e movimenti nel piano; coordinate cartesiane omogenee ed introduzione degli elementi impropri (nel piano).

Coordinate cartesiane nello spazio: rappresentazione del piano e della retta; parallelismo tra rette e piani; distanze; angoli; perpendicolarità; area del triangolo e volume del parallelepipedo; sfera; cambiamento del riferimento ed angoli di Eulero; coordinate cilindriche e polari; coordinate cartesiane omogenee ed elementi impropri.

Numeri complessi: operazioni fondamentali; radici n-esime; polinomi nel campo complesso; radici di un'equazione algebrica e proprietà; inversione per raggi vettori reciproci; ampliamento complesso.

Generalità sulle curve piane: le coniche come curve algebriche del 2° ordine; luoghi geometrici nel piano.

Generalità sulle superfici: superficie algebriche del 2° ordine; quadriche; luoghi geometrici nello spazio.

Elementi di geometria proiettiva: coordinate proiettive sulla retta; involuzione; polarità ed antipolarità.

FISICA - I

(Prof. GIUSEPPE LOVERA - corso A)

(Prof. FILIPPO ODDONE - corso B)

(Prof. ALDO PASQUARELLI - corso C)

INTRODUZIONE.

Grandezze fisiche fondamentali e derivate. — Sistemi di unità e di misura - Misurazione delle grandezze meccaniche fondamentali e di alcune principali grandezze derivate: lunghezze, aree, volumi, angoli piani e solidi, tempi, forze, masse, densità.

Cenni sui vettori.

MECCANICA.

Cinematica del punto. — Moto circolare uniforme - Moto armonico - Composizione dei movimenti.

Statica. — Statica del punto libero e vincolato - Cenni di statica del corpo rigido - Baricentro.

Dinamica. — Principi della dinamica del punto - Quantità di moto, impulso e loro momenti - Lavoro - Potenza - Energia.

Teorema dell'energia cinetica.

Moto sul piano inclinato - Attrito radente.

Urto - Urto normale elastico e anelastico.

Dinamica delle oscillazioni - Pendolo semplice - Oscillazioni libere non smorzate - Energia e moto armonico.

Cenni di dinamica di un corpo rigido girevole intorno ad un asse - Momento d'inerzia - Pendolo composto.

Campi vettoriali. — Vettore intensità del campo - Flusso - Divergenza - Relazione di Gauss - Circuitazione, rotovettore - Relazione di Stokes - Campi solenoidali - Campi conservativi per il lavoro - Potenziale e energia potenziale - Campi di forza centrali - Teorema di Gauss.

Gravitazione universale. — Attrazione newtoniana - Campo della gravità - Massa inerziale e massa gravitazionale.

MECCANICA DEI CORPI DEFORMABILI.

Cenni sulla costituzione della materia. — Atomo; molecola - Solidi, liquidi, gas ideali.

Elasticità. — Compressione uniforme - Scorrimento - Allungamento - Torsione - Cenni sulle anomalie elastiche dei corpi reali.

Statica dei fluidi. — Pressione areica in un punto di un fluido - Leggi della statica dei fluidi pesanti - Liquido pesante in rotazione - Centrifugazione.

— Misura delle pressioni nei fluidi in equilibrio - Barometro - Manometro - Fenomeni di superficie - Tensione superficiale - Capillarità.

Dinamica dei fluidi. — Moto stazionario di un liquido perfetto in un condotto - Teorema di Bernoulli - Liquidi reali - Regime di Poiseuille.

CALORE.

Termometria. — Temperatura - Termometri e scale termometriche - Trasformazioni - Equazione di stato - Equazione di stato dei gas perfetti - Temperatura assoluta - Gas reali: isoterme; loro equazione di stato - Dilatazione dei liquidi e dei solidi - Cambiamenti di stato di aggregazione.

Calorimetria. — Quantità di calore e sua misurazione - Calorimetri - Calori specifici (capacità termiche massiche) - dQ non è un differenziale esatto - Propagazione del calore - Conducibilità interna ed esterna.

Termodinamica. — Il principio d'equivalenza; sue basi sperimentali - Primo principio della termodinamica - Energia interna - Applicazione del 1° principio ai gas perfetti: energia interna; c_p , c_v ; adiabatica reversibile di un gas perfetto.

— Secondo principio della termodinamica - Ciclo di Carnot per un gas perfetto - Postulato di Clausius - Teorema di Carnot - Enunciato analitico del secondo principio - Entropia - Applicazioni.

Cenni di teoria cinetica dei gas.

ONDE ELASTICHE ED ACUSTICA.

Propagazione delle onde elastiche. — Equazione della propagazione per onde piane - Onde stazionarie - Risonanza.

Cenni sulla generazione e ricezione di onde elastiche.

Esercitazioni di laboratorio di Fisica I:

Bilancia per analisi e piconometro.
Bilancia di Archimede.
Bilancia di Mohr-Westphal e viscosimetro di Ostwald.
Volumenometro - Sferometro.
Pendolo doppio di Righi.
Momento di inerzia.
Elasticità di allungamento.
Elasticità di torsione.
Pendolo di torsione.
Taratura di un vuotometro.
Tubo di Venturi.
Innalzamento di un liquido in un tubo capillare.
Tubo di Kundt.
Temperatura di fusione.
Calorimetro delle mescolanze.
Equivalente meccanico della caloria.

CHIMICA

(Prof. VITTORIO CIRILLI - corso A)

(Prof. CESARE BRISI - corso B)

(Prof. MARIA LUCCO BORLERA - corso C)

Chimica generale. — Stati di aggregazione della materia - Sistemi omogenei e eterogenei - Fasi - Frazionamento di un sistema eterogeneo nelle fasi omogenee costituenti - Frazionamento dei sistemi omogenei - Sostanze pure - Decomposizione dei composti chimici definiti - Distribuzione degli elementi chimici in natura.

Leggi fondamentali della chimica - Ipotesi atomica - Comportamento della materia allo stato gassoso - Determinazione dei pesi atomici secondo Cannizzaro - Regola di Dulong e Petit - Isomorfismo e regola di Mitscherlich - Calcoli stechiometrici e concetto elementare di valenza.

Equazione di stato per i gas ideali - Il calore specifico dei gas - Teoria cinetica dei gas - Legge di Graham.

Lo stato liquido e le soluzioni - Legge di Raoult - Pressione osmotica - Crioscopia ed ebullioscopia.

Sistema periodico degli elementi - Raggi X e numero atomico - Il modello atomico di Rutherford e Bohr - Gli isotopi - La radioattività - Disintegrazione artificiale e struttura del nucleo - La teoria elettronica della valenza.

Equilibri chimici - Legge dell'azione di massa - Rapporti fra k_p e k_c .
Termochimica.

Influenza della temperatura sulla velocità di reazione, sulla posizione degli equilibri chimici e sulla tonalità termica di una reazione.

I solidi - Sistemi eterogenei - Regole delle fasi - I cristalli come reticoli di diffrazione di raggi X - Legge di Bragg - Analisi röntgenografica - Struttura dei cristalli - Soluzioni solide per sostituzione e per intrusione.

Soluzioni di elettroliti - Conduttanza elettrica delle soluzioni di elettroliti - Applicazione della legge delle masse alle soluzioni di elettroliti - pH - Idrolisi - Pro-

dotto di solubilità - Indicatori - La generazione della corrente elettrica nelle pile voltaiche - Serie elettrochimica degli elementi.

Sistemi colloidali.

Chimica inorganica. — Idrogeno e suoi metodi di preparazione.

Elementi del primo gruppo - Sodio: idrossido e carbonato sodico - Potassio: idrossido e carbonato di potassio - Rame - Argento.

Elementi del secondo gruppo - Magnesio - Calcio - Zinco - Mercurio.

Elementi del terzo gruppo - Boro - Alluminio.

Elementi del quarto gruppo - Silicio: composti alogenati, silice, acidi ossigenati, silicati - Carbonio: ossido di carbonio, anidride carbonica, carbonati, carburi, acido cianidrico, cianuri - Stagno - Piombo.

Elementi del quinto gruppo - Azoto: composizione dell'aria, nitruri, ammoniaca, sali ammoniaci, idrazina, idrossilammina, composti ossigenati dell'azoto, acido nitrico, acido nitroso - Fosforo: fosfina, composti alogenati, acidi ossigenati - Arsenico - Antimonio.

Elementi del sesto gruppo - Cromo: cromati e dicromati - Ossigeno: ozono, combustione, acqua, acqua ossigenata, ossidi e perossidi - Zolfo: solfuri, idrogeno solforato, composti ossigenati dello zolfo, acidi ossigenati, acido solforoso, acido solforico, acidi persolforici - Uranio.

Elementi del settimo gruppo - Manganese: manganati e permanganati - Fluoro: acido fluoridrico - Cloro: acido cloridrico, acidi ossigenati del cloro, ipocloriti, clorati, perclorati - Bromo: acido bromidrico, acido bromico - Iodio: acido iodidrico, iodati.

Elementi dell'ottavo gruppo - Ferro: ossidi di ferro, sali ferrosi e sali ferrici - Cobalto - Nichel - Sali doppi e sali complessi.

Gas rari.

Chimica organica. — Idrocarburi saturi e insaturi - Derivati alogenati.

Alcoli - Aldeidi - Chetoni.

Acidi organici monocarbossilici - Acido formico ed acetico - Acidi grassi superiori e grassi naturali - Acidi insaturi - Ossiacidi - Acidi bicarbossilici - Acido lattico e tartarico: loro stereoisomeria.

Zuccheri - Monosi - Formule di Fischer e di Tollens - Poliosi.

Ammine - Ammidi - Nitrili - Amminoacidi.

Benzolo e suoi omologhi - Fenoli - Nitroderivati - Ammine aromatiche - Fenoli polivalenti - Acido benzoico - Naftalina - Acido ftalico - Antracene.

Composti eterociclici.

Esercitazioni di Chimica.

Sistemi omogenei e eterogenei - Loro frazionamento - Distillazione - Decomposizione termica.

Materia allo stato gassoso - Determinazioni di densità - Riduzione alle condizioni normali.

Soluzioni - Concentrazione percentuale, molare, normale.

Pressione osmotica e determinazione del peso molecolare per via tensimetrica, ebullioscopica e crioscopica.

Reazioni chimiche - Calcoli stechiometrici, acidi, basi indicatori.

Soluzioni di elettroliti - Calcolo del grado di ionizzazione.

Elettrolisi - Leggi di Faraday - Serie elettrochimica degli elementi.

Reazioni di ossido riduzione - Soluzioni normal ossidanti e normal riducenti.

Idrogeno - Ossigeno - Alogeni - Preparazioni e reazioni caratteristiche.

DISEGNO

(Prof. GUALTIERO RUSSO - corso A)

(Prof. SILVIO MANZONI - corsi B, C)

- Attrezzi del disegno: squadrette, righe, compassi, rapportatori, tecnigrafi, matite, gomme, ecc. - Scala di durezza delle mine.
- Formati sistematici dei fogli da disegno A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6 e formati allungati - Piegatura degli stessi - Disposizione e formato delle iscrizioni o tabelle.
- Scrittura tecnica: caratteri e cifre.
- Tipi di linee: continua grossa, continua fine, continua fine irregolare, a tratti medi, mista fine (tratti lunghi e corti), mista fine e grossa (tratti lunghi e corti).
- Scale dimensionali di rappresentazione; rappresentazione al naturale; scale di ingrandimento e di riduzione; rapporti di rappresentazione.
- Sistemi di proiezione: proiezione ortogonale europea, norme, convenzioni e simbolo distintivo - Proiezione ortogonale americana, norme, convenzioni e simbolo distintivo.
Proiezioni assonometriche: assonometria isometrica, dimetrica e cavaliera (obliqua) e rapporti di rappresentazione relativi. Costruzione grafica di curve.
Proiezioni ortogonali ausiliarie e convenzioni relative.
- Sezioni: sezioni secondo un solo piano, secondo due o più piani consecutivi ed anche secondo superficie cilindriche di direttrice assegnata. Sezioni parziali e sezioni ribaltate.
Indicazione dei piani di sezione e disposizioni delle sezioni.
Rappresentazione di parti sezionate dello stesso pezzo e di parti contigue appartenenti a pezzi diversi.
Tratteggio per la rappresentazione convenzionale dei materiali nelle sezioni.
- Indicazione della natura delle superficie e loro disposizione: superficie grezza, grezza liscia, sgrossata, lisciata, rettificata, lappata o superfinita. Indicazione di altri tipi di lavorazione o di trattamenti e delle rugosità.
- Linee di misura e di riferimento: norme per indicazioni particolari e disposizioni relative.
- Sistemi per quotare e scelta dei riferimenti: quotatura in serie (o in catena), quotatura in parallelo, quotatura progressiva, quotatura combinata, quotatura in coordinate. Quotatura particolare: per pezzi accoppiati e cerchi.
- Quote e loro disposizione: numeri, frecce ed indicazioni varie (smussi, arrotondamenti, ecc.).
- Filettature: convenzioni per la rappresentazione delle filettature - Sistemi e tipi unificati di filettare - Steli e fori filettati - Viti diverse (a testa esagonale, cilindrica con intaglio o con esagono incassato, svasata, quadra, a calotta e senza testa) e loro proporzionamento - Vite prigioniera - Dadi, bulloni e loro rappresentazione reale e schematica - Rosette - Particolarità costruttive delle filettature - Quotatura delle filettature - Incassature e svasature per viti: loro proporzionamento - Collegamenti vari mediante viti, bulloni e viti prigioniera.
- Tolleranze di lavorazione I.S.O.: definizione ed unità internazionale di tolleranza - Limiti inferiore e superiore, scostamento di riferimento, scostamento inferiore e superiore - Posizioni nel campo di tolleranza e loro indicazione - Qualità di lavorazione e loro indicazione - Tipi di accoppiamento: mobile, incerto, stabile - Giochi ed interferenze - Sistemi di accoppiamento: albero base e foro base - Indicazione delle tolleranze sui disegni tecnici.

- Rappresentazione di grafici e diagrammi con relative scale di lettura.
 - Rappresentazione di attrezzi di fissaggio ed ammortamento.
 - Rappresentazione di meccanismi semplici con disegno del complessivo e dei singoli particolari quotati.
- Tutto il programma è svolto in conformità alle più recenti norme della unificazione italiana (UNI) riguardanti i Disegni Tecnici.

II ANNO

ANALISI MATEMATICA - II

(Prof. DELFINA ROUX - corso F)

(Prof. PIETRO BUZANO - corso G)

L'integrazione nell'ambito delle funzioni elementari:

Il concetto di funzione nel campo complesso.
 Formula di Eulero e conseguenze.
 Integrazione delle funzioni razionali nel campo complesso.
 Integrazione delle funzioni razionali nel campo reale.
 Integrali di funzioni irrazionali.
 Integrali di funzioni trascendenti.
 Formule di riduzione.

I fondamenti della nozione di integrale:

L'integrale come limite di somme.
 Casi notevoli di funzioni integrabili.
 Proprietà fondamentali degli integrali definiti.
 Funzioni integrali e loro derivate.
 Integrali generalizzati.
 Integrali dipendenti da un parametro.
 Integrali curvilinei.
 Integrazione di forme differenziali.

Tipi elementari di equazioni differenziali:

Equazioni del 1° ordine: considerazioni introduttive.
 Equazioni a variabili separabili.
 Equazioni omogenee.
 Equazioni lineari e di Bernoulli.
 Equazioni del tipo $dU=0$ - Fattore integrante.
 Famiglie di curve piane e loro equazioni differenziali.
 Traiettorie ortogonali.
 Casi di risoluzione in forma parametrica.
 Equazioni del 2° ordine riducibili al 1°.

Generalità sulle equazioni differenziali:

Sull'esistenza e unicità delle soluzioni.
 Integrazione grafica di equazioni differenziali.
 Integrazione numerica di equazioni differenziali.
 Inviluppi e integrali singolari.
 Sistemi di equazioni differenziali: integrali primi.

Equazioni differenziali lineari:

- Generalità - Equazioni omogenee.
- Equazioni omogenee a coefficienti costanti.
- Equazioni complete: metodo di Lagrange.
- Equazioni complete a coefficienti costanti.
- Oscillazioni di sistemi a un grado di libertà.
- Sistemi di equazioni lineari di 1° ordine.
- Oscillazioni di sistemi a più gradi di libertà.
- Problemi con dati agli estremi - Autovalori.

Integrali multipli:

- Integrali doppi come limiti di somme.
- Gli integrali doppi e la misura delle aree piane.
- Formule di riduzione per gli integrali doppi.
- Integrali doppi in coordinate curvilinee.
- Integrali tripli - Misura dei volumi.
- Integrali tripli in coordinate curvilinee.
- Area di una superficie curva.
- Integrali superficiali.
- Lemma di Gauss.
- Teoremi del gradiente, della divergenza e del rotore.

Proprietà fondamentali delle serie:

- Generalità sulle serie a termini costanti.
- Serie a termini positivi - Assoluta convergenza.
- Serie a termini di segno alterno.
- Serie di funzioni: convergenza uniforme.
- Serie di potenze. Raggio di convergenza.
- Teoremi d'integrazione e derivazione per serie.
- Integrazione di equazioni differenziali per approssimazione successive.

Sviluppi in serie e applicazioni:

- Serie di Taylor e di Mac Laurin.
- Serie binomiale.
- Serie logaritmica e serie ciclotomiche.
- Calcolo di integrali mediante sviluppi in serie.
- Integrazione per serie di equazioni differenziali.
- Sviluppi in serie di Fourier.
- Approssimazione mediante polinomi trigonometrici.
- Esempi di analisi armonica.

GEOMETRIA - II

(Prof. CARMELO LONGO - corso F)

(Prof. FRANCO FAVA - corso G)

Curve piane e sghembe e loro proprietà differenziali: vettore tangente; arco e relativa lunghezza; piano osculatore; formule di Frenet; curvatura; cerchio osculatore; comportamento locale di una curva piana; proiezioni di una curva; eliche.

Superficie e loro proprietà differenziali: rappresentazione di una superficie; piano tangente; coni; cilindri; superficie di rotazione; 1^a forma quadratica; metrica su una superficie; geodetiche; applicabilità; rappresentazione conforme; rigate; elicoidi; 2^a forma quadratica; curvatura di una linea tracciata su una superficie;

teorema di Meusnier; direzioni asintotiche; linee asintotiche; direzioni principali; linee di curvatura; teorema di Eulero; curvatura media e totale; superficie ad area minima.

Il metodo delle proiezioni ortogonali: rappresentazione di punti; rette e piani; condizioni di appartenenza, parallelismo e perpendicolarità; problemi metrici fondamentali; omologia: genesi spaziale; omologia di ribaltamento ed altre omologie particolari legate al metodo delle proiezioni ortogonali.

Il metodo dell'assonometria: problemi grafici e metrici fondamentali (in assonometria cavaliera). Assonometria di curve e superficie particolari.

Proiezioni quotate: problemi fondamentali di rappresentazione con particolare riguardo alle superficie topografiche.

Spazi vettoriali e matrici: insiemi, unione ed intersezione di insiemi; proprietà; operazioni interne ed esterne; spazi vettoriali; operatori lineari tra spazi vettoriali; matrici come operatori lineari; operazioni fondamentali con matrici e proprietà; autovalori ed autovettori; derivazione ed integrazione di matrici; determinanti e sistemi di equazioni lineari.

Algebra di Boole: definizioni ed esempi di algebre di Boole; tabelle di verità per le operazioni fondamentali; funzioni di Boole in due e tre variabili; cenni di aritmetica binaria; realizzazione di funzioni di Boole con circuiti.

FISICA II (Corsi F e G)

(Prof. FRANCESCA DEMICHELIS)

Sorgenti e ricevitori di luce - Leggi dell'ottica geometrica e teoria ondulatoria - Formazione delle immagini.

Rifrazione e riflessione sopra superficie piane e sopra superficie sferiche - Diotro - Specchi - Prismi - Sistemi ottici centrati - Lenti - Fotometria - Fotometria delle immagini.

Aberrazioni.

Occhio - Obiettivi - Oculari - Cannocchiale - Microscopio.

Velocità della luce.

Fenomeni di interferenza - Interferometri.

Fenomeni di diffrazione - Reticoli.

Polarizzazione della luce - Birifrangenza - Potere rotatorio e polarimetri.

Misurazioni ottiche - Spettroscopi - Fotometri - Refrattometri.

Elettricità e magnetismo.

Sistemi di misurazione nell'elettromagnetismo - Sistema Internazionale.

Magnetismo.

Fenomeni fondamentali - Legge di Coulomb - Dipolo - Lamina magnetica - Azione mutua tra lamine - Energia del campo magnetico - Magnetismo terrestre - Polarizzazione magnetica - Vettore H e vettore B - Ferromagnetismo.

Elettrostatica.

Fenomeni fondamentali - Legge di Coulomb - Campo elettrostatico - Proprietà elettrostatiche dei conduttori - Capacità - Condensatori - Energia elettrostatica.

Dielettrici e loro polarizzazione - Vettore E e vettore D - Misurazioni elettrostatiche - Elettrometri - Metodi per creare un campo elettrico.

Effetto Volta - Termoelettricità.

Elettromagnetismo.

Corrente elettrica e sua intensità - Misurazione elettromagnetica dell'intensità di corrente - Campo magnetico di una corrente - Leggi elementari di Laplace - Principio di equivalenza di Ampère - Corrente mobile in un campo magnetico - Azioni ponderometriche fra due correnti - Elettrodinamometro. Galvanometri.

Distribuzione delle correnti.

Legge di Ohm. Resistenza e resistività - Principi di Kirchhoff - Proprietà della conduzione metallica.

Circuiti magnetici - Prima equazione di Maxwell.

Energia elettrica.

Legge di Joule - Energia di una corrente - Effetto Peltier - Effetto Thomson.

Conduttori elettrolitici.

Leggi relative alla conduzione elettrolitica - Leggi di Faraday - Carica elementare - Elettrolisi - Polarizzazione elettrolitica.

Induzione elettromagnetica.

Fenomeni fondamentali - Leggi dell'induzione - 2^a equazione di Maxwell - Correnti di Foucault - Autoinduzione ed extracorrenti - Regime variabile all'apertura e alla chiusura di un circuito - Mutua induzione - Energia mutua.

Cenni sulle correnti alternate.

Correnti sinusoidali e valori efficaci - Circuiti oscillanti - Cenni sulla teoria elettromagnetica della luce.

Conduzione elettrica non vincolata alla legge di Ohm.

Conduttori anomali - Correnti di convezione - Termoelettronica - Fotoelettronica - Conduzione nei gas.

Emissione e assorbimento della energia radiante.

Emissione e assorbimento della luce - Raggi X. Corpo nero e leggi della sua emissione.

Elementi di fisica nucleare.

Cenni di radioattività - Isotopi - Cenni di fisica nucleare.

Esercitazioni di Laboratorio di Fisica Sperimentale II:

Fotometro Bunsen.

Polarimetro di Laurent; determinazione della concentrazione di una soluzione zuccherina.

Determinazione della lunghezza d'onda con il reticolo di diffrazione.

Microscopio.

Determinazione dell'indice di rifrazione con il metodo del prisma in deviazione minima.

Controllo della taratura di uno spettroscopio.

Caratteristica di una cellula fotoelettrica.

Caratteristica di un diodo termoelettronico.

Caratteristica di un raddrizzatore all'ossidulo di rame.

Determinazione dell'equivalente elettrochimico del rame.

Calorimetro elettrico.
Taratura di un galvanometro balistico.
Determinazione della sensibilità di un galvanometro.
Confronto di forze elettromotrici.
Ciclo di magnetizzazione.
Confronto di capacità col metodo del galvanometro balistico.
Ponte di Weathstone: determinazione del valore di alcune resistenze.

MECCANICA RAZIONALE

(Prof. SILVIO NOCILLA - corso G)

(Prof. ALDO PRATELLI - corso F)

Questioni introduttive. — 1. Vettori applicati e momenti - Sistemi di vettori applicati; risultante, momento risultante; formula di trasposizione dei momenti - Trinomio invariante, momento minimo, asse centrale - Equivalenza di sistemi di vettori applicati - Coppie e loro proprietà - Riduzione ad un punto di un sistema qualsiasi di vettori applicati - Teorema fondamentale sull'equivalenza - Sistemi piani di vettori applicati - Poligono funicolare.

2. Integrazione grafica - Centro di un sistema di vettori applicati paralleli - Baricentri e loro proprietà - Momenti statici, d'inerzia e centrifughi per sistemi piani - Teoremi di trasposizione dei momenti d'inerzia (o di Huyghens) e centrifughi per sistemi piani - Centro dei momenti statici ed ellisse centrale d'inerzia di un sistema di masse o di una figura piana - Nocciolo centrale d'inerzia di una figura piana - Momenti statici, d'inerzia e centrifughi per sistemi spaziali; teorema di Huyghens nello spazio - Ellissoide d'inerzia.

3. Definizione e classificazione dei vincoli - Coordinate lagrangiane, gradi di libertà, sistemi olonomi ed anolonomi - Coppie cinematiche; considerazioni preliminari - Coppia prismatica, rotoidale, elicoidale - Coppia rototraslatoria e coppia sferica - Spostamenti effettivi e spostamenti virtuali; caso di un solo punto - Caso di un sistema qualsiasi.

Cinematica. — 1. Moto di un punto in coordinate cartesiane ortogonali - Moti rettilinei - Componenti polari piane e cilindriche della velocità e dell'accelerazione di un punto - Moti centrali; formula di Binet; moti kepleriani - Componenti intrinseche della velocità e dell'accelerazione di un punto - Studio di alcuni moti notevoli.

2. Sistemi rigidi piani; moto traslatorio e moto rotatorio - Formula fondamentale della cinematica dei sistemi rigidi piani e teorema di Rivals - Centro delle velocità, teorema di Chasles, centro delle accelerazioni - Moto composto di un punto; teorema di Coriolis nel piano - Composizioni di traslazioni e rotazioni nel piano - Polare fissa e polare mobile - Calcolo dell'accelerazione del centro delle velocità - Polari in moto relativo - Profili coniugati.

3. Formula fondamentale della cinematica dei sistemi rigidi nello spazio; formule di Poisson - Atto di moto traslatorio, rotatorio ed elicoidale; moto rigido più generale nello spazio - Moto composto di un punto; teorema di Coriolis nello spazio - Moto composto di un sistema rigido; rapporti con la teoria dell'equivalenza - Moto di un solido con un punto fisso; angoli di Eulero e calcolo della rotazione istantanea ω .

Statica. — 1. Classificazione delle forze agenti su di un sistema materiale; definizione di equilibrio - Introduzione al concetto di vincolo privo di attrito - Equazioni cardinali e loro necessità per l'equilibrio - Applicazioni delle equazioni cardinali - Principio di sovrapposizione degli effetti - Travature reticolari piane - Diagrammi cremoniani - Metodo delle sezioni.

2. Potenza, lavoro effettivo, lavoro virtuale, componenti lagrangiane di un sistema di forze - Classificazione delle forze attive; forze conservative - Calcolo del potenziale di forze conservative - Lavoro effettivo e lavoro virtuale delle reazioni vincolari; definizione generale di vincolo privo di attrito - Teorema sul moto incipiente - Sufficienza delle equazioni cardinali della statica; cenni sui sistemi iperstatici - Principio dei lavori virtuali; enunciato e dimostrazione - Applicazioni del principio dei lavori virtuali - Calcolo di reazioni vincolari mediante il principio dei lavori virtuali - Equilibrio stabile, instabile, indifferente e relativi criteri statici.

3. Introduzione al concetto di vincolo con attrito; attrito radente, aderenza ed equilibrio limite - Attrito volvente ed attrito di giro - Equilibrio dei fili flessibili ed inestendibili - Sistemi non inerziali ed equilibrio relativo; forze di inerzia di trascinamento - Forze centrifughe, loro proprietà ed applicazioni.

Dinamica. — 1. Principio di D'Alembert, equazioni cardinali ed equazione dei lavori, controlli dimensionali - Riduzione delle forze d'inerzia per un sistema rigido piano - Applicazioni del principio di D'Alembert a problemi piani - Quantità di moto risultante, momento risultante della quantità di moto; riduzione delle forze di inerzia per un sistema rigido qualsiasi - Reazioni sui supporti dell'albero di una elica di aereo in virata - Teoremi della quantità di moto e del momento delle quantità di moto - Energia cinetica e teorema di König - Teorema dell'energia cinetica - Equazioni di Lagrange - Concetto generale di integrale primo e applicazioni.

2. Moto dei gravi nel vuoto - Moto di un elettrone in un campo elettrico oppure magnetico costante - Punto vincolato su di una linea fissa; pendolo semplice - Punto vincolato su di una linea mobile - Punto vincolato su di una superficie fissa; pendolo sferico - Punto vincolato su di una superficie mobile.

3. Solido con un asse fisso: equazione del moto e reazioni vincolari - Concetto di rotore equilibrato staticamente e dinamicamente - Pendolo composto - Solido con un punto fisso; equazioni di Eulero; equazioni stereonodali per solidi a struttura giroscopica - Coppia giroscopica - Moti alla Poinsot dei giroscopi; giroscopio pesante - Bussole giroscopiche.

4. Sistemi ad un grado di libertà: caso in cui i vincoli sono fissi e privi di attrito, e le forze posizionali - Vibrazioni libere di un sistema olonomo ad un grado di libertà nell'intorno di una configurazione di equilibrio stabile in assenza di forze dissipative - Vibrazioni libere e forzate in presenza di forze dissipative; risonanza - Ammortizzatori; sismografi; misuratori di pressione - Sistemi con più di un grado di libertà - Dinamica impulsiva: considerazioni energetiche; equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange; applicazioni - Introduzione alla dinamica relativa, deviazione dei gravi dalla verticale e pendolo di Foucault.

Tavole di meccanica grafica. — Ogni anno viene assegnato un certo numero di problemi, generalmente diversi da anno ad anno, attinenti al programma di cui sopra, da risolvere per via grafica sotto forma di tavole, da presentare e discutere in sede di esame.

DISEGNO EDILE

(Prof. MARIO OREGLIA)

(per allievi civili)

1° Cenni di metodologia della rappresentazione grafica.

Varie grafie usate dalla tecnica; strumenti e materiali connessi - Richiami di geometria descrittiva e proiettiva - Cenni sulla modellistica ed i materiali da essa usati - Il disegno e le tinteggiature - Il disegno e l'arte tipografica - Procedimenti di riproduzione elio-foto-cinematografica nella prassi professionale - Organizzazione e produttività del disegno tecnico nello studio professionale e nell'industria.

2° Cenni di metrologia e di simbologia.

Modulazioni formali e misure tradizionali ed attuali - Trasposizioni di scala metrica - Correlazioni tra disegno meccanico, rilievo topografico e geografico, rilievo dei monumenti - Riflessi nel disegno delle unificazioni tecnologiche - La simbologia catastale.

3° Disegno geometrico applicato alle opere d'ingegneria civile.

Uso pratico delle proiezioni ortogonali - Avviamento al disegno esecutivo tecnico, con la rappresentazione di elementi costruttivi, distributivi, di arredamento ed urbanistici.

Considerazione e rappresentazione grafica di elementi tipici costruttivi: fondazioni, strutture portanti, coperture, murature, archi, volte.

4° Prospettiva applicata all'edilizia.

Richiami di teoria geometrica ed ottica - Guida alla prospettiva con ausilio strumentale - Utilizzazione del documento fotografico e pittorico - Relazioni tra disegno tecnico ed arti figurative.

5° Disegno a mano libera.

Guida allo schizzo dal vero e richiami, con applicazioni, di teoria delle ombre - Lo schizzo quotato - Lo schizzo di rilievo formale e di qualità - Lo schizzo architettonico applicato alla caratterizzazione stilistica e richiami storico-artistici.

Oggetto delle esercitazioni.

Elaborati vari ad applicazione dei capitoli della disciplina, con particolare riguardo ai commi 3°, 4°, 5°, in sede e fuori sede per il rilievo e lo schizzo dal vero.

CHIMICA ORGANICA

(Prof. ANGELO TETTAMANZI)

(per allievi chimici)

Storia chimica organica.

Ottenimento prodotti puri: soluzione frazionata, cristallizzazione frazionata, estrazione con solventi, distillazione frazionata, cromatografia.

Analisi elementare - Analisi quantitativa C, N, S, H, Alogeni.

Determinazione formula bruta.

Determinazione peso molecolare.

Isomerie.

Nomenclatura: metodi di preparazione e proprietà chimiche di: idrocarburi paraffinici, etilenici, acetilenici, aromatici, aliciclici, alogeno derivati, alcoli, fenoli, eteri, perossidi, ammine, mercaptani, chetoni, acidi, esteri, anidridi, ammidi, nitrili, cloruri degli acidi, etorociclici.

Modelli atomici da Thomson, Rutherford, Sommerfeld, Bohr, principio esclusione di Pauli, equazione di Schrödinger.

Legame chimico.

Stereochimica - Isomeri cis-trans.

Relazioni fra la struttura e le proprietà fisiche: punti di transizione, solubilità, adsorbibilità, momento dipolare, polarizzabilità.

Relazione fra la struttura e la reattività: variazione delle costanti ionizzazione coll'introduzione di sostituenti, effetto solvente.

Cinetica - Reazione completamente spostate e reazioni di equilibrio.

Andamento reazioni organiche.

Tautomerismo - Trasposizione allilica, pinacolonica, benzidinica, degradazione Curtius, Hofmann, inversione Walden, trasposizioni sistemi ciclici.

Composti a valenza insolita - Radicali e composti di addizione.

Le grandi famiglie dei composti naturali ed artificiali: carboidrati, lipidi, peptidi, amminoacidi, polimeri naturali e sintetici, prodotti coloranti e petroliferi.

DISEGNO MECCANICO

(Prof. GIOVANNI PEROTTI - corso F)

(Prof. GUIDO BONGIOVANNI - corso G)

(per allievi meccanici, aeronautici, nucleari, elettrotecnici, elettronici)

Generalità. — Le tecniche di rappresentazione grafica ad uso dell'ingegneria quali mezzi di visualizzazione e di analisi di concetti in sede progettuale e quali strumenti di comunicazione e d'informazione nella produzione - Disegno e progetto costruttivo: fattori tecnico-funzionali, economici ed estetici (industrial design).

Rilevamento dal vero di particolari meccanici eseguiti con schizzi a mano libera, sia nelle proiezioni ortogonali che in assonometria.

Rappresentazione grafica di particolari in funzione sia del ciclo operativo sia delle operazioni di misura e collaudo; rappresentazione di complessivi in rapporto alle operazioni di montaggio ed alle condizioni di funzionamento - Rappresentazione dei particolari individuati attraverso l'esame e lo studio di complessivi.

Applicazioni delle tolleranze di lavorazione alle dimensioni lineari dei pezzi - Studio ed applicazioni delle tolleranze geometriche di forma (tolleranze di rettilineità, planarità, circolarità) e di posizione (tolleranze di parallelismo, perpendicolarità, inclinazione, coassialità, ovalizzazione, simmetria) - Analisi dei criteri per la determinazione delle tolleranze - Indicazioni relative a tolleranze per classi particolari di prodotti (fusi, laminati, tranciati) o per particolari tipi di collegamenti (tolleranze per filettature, per imbiettamenti).

Metodi rappresentativi ed esempi relativi ai gruppi meccanici seguenti:

Dispositivi contro l'allentamento di dadi e viti.

Collegamenti fissi. — Chiodature per recipienti ad alta e bassa pressione, e per il collegamento di parti meccaniche - Collegamenti forzati a caldo ed a freddo.

Strutture saldate. — Indicazioni e simboli per i diversi procedimenti di saldatura (a gas, all'idrogeno atomico, elettrica ad arco, elettrica a resistenza).

Alberi e collegamenti mobili. — Cenni sulla trasmissione dei momenti torcenti; rappresentazione di alberi, perni e spinotti - Nozioni sugli imbiettamenti a chavetta ed a linguetta, sugli accoppiamenti a profili scanalati e sulle relative norme di rappresentazione.

Cuscinetti a sfere ed a rulli. — Cenni sull'unificazione dimensionale degli ingombri e sull'unificazione dei diversi tipi di cuscinetti a sfere, a rulli e di spinta - Indicazioni sul montaggio dei cuscinetti con esempi applicativi - Cenni sugli organi di tenuta (anelli di feltro, cuoio, tenute a labirinto).

Rappresentazione di tubazioni, raccordi e valvole.

Ruote dentate. — Rappresentazione di ruote dentate cilindriche, coniche e di gruppi vite senza fine-ruota elicoidale - Indicazioni sui materiali per ruote dentate - Giochi e tolleranze delle ruote dentate.

Norme e convenzioni per la rappresentazione grafica di circuiti idraulici o pneumatici.

Nomografia. — Metodi grafici utilizzabili per la rappresentazione di abachi cartesiani e di abachi a punti allineati con cenni sui corrispondenti criteri di scelta.

MINERALOGIA

(Prof. GIORGIO MAGNANO)

(per allievi minerari)

Parte I - Mineralogia generale.

1. Cristallografia geometrica e strutturale.

Stato cristallino e stato amorfo - Struttura reticolare dei cristalli, reticoli Bravaisiani - Elementi di simmetria - Oleodria e meroedrie - Leggi fondamentali della cristallografia - Classi di simmetria, gruppi spaziali - I sette sistemi cristallini - Costanti cristallografiche - Proiezione dei cristalli - Aggruppamenti di cristalli: associazioni regolari, aggregati - Habitus dei cristalli e loro particolarità morfologiche - Vetri e colloidali minerali.

Analisi strutturale dei reticoli cristallini: metodi roentgenografici di indagine ed esame di strutture di minerali.

2. Cristallografia fisica e chimica.

Proprietà fisiche scalari e vettoriali dei minerali - Densità e sue applicazioni - Proprietà meccaniche inerenti alla coesione - Figure di corrosione.

Ottica cristallografica - Propagazione della luce nei mezzi isotropi ed anisotropi - Rifrazione e birifrazione - Proprietà dell'indicatrice ottica e di altre superfici ad una e a due falde - Polarizzatori - Assorbimento della luce, pleocroismo - Polarizzazione rotatoria.

Metodi per il riconoscimento dei minerali trasparenti - Il microscopio di polarizzazione per osservazioni ortoscopiche e conoscopiche in luce trasmessa - Preparazione del materiale in granuli ed in sezione sottile - Fenomenologia e metodi di misura in luce parallela a solo polarizzatore ed a nicols incrociati; id. in luce convergente a nicols incrociati.

Metodi per il riconoscimento dei minerali opachi - Il microscopio di polarizzazione per osservazioni in luce riflessa - Preparazione del materiale in sezione lucida - Misura del potere riflettente e della biriflessione - Fenomeni cromatici, pleocroismo di riflessione - Attacchi diagnostici.

Proprietà termiche - Proprietà elettriche e magnetiche; fluttuabilità: loro applicazione all'arricchimento dei rinfusi di miniera - Proprietà organolettiche - Luminescenza - Radioattività.

Natura dei leptoni, forze di legame e tipi di coordinazione nei reticoli cristallini - Polimorfismo - Isomorfismo.

3. Genesi e giacitura dei minerali.

Processi minerogenetici primari e secondari - Pseudomorfofosi, paramorfofosi - Lito-genesi - Grado di diffusione e di abbondanza delle specie mineralogiche - Depositi minerari: caratteri e fattori di coltivabilità; classificazione.

Parte II - Mineralogia descrittiva.

1. Classificazione dei minerali.

Criteri classificativi e scopi della Mineralogia descrittiva - Descrizione delle specie minerali di maggiore interesse petrografico - Classificazione cristallografica dei silicati - Descrizione dei principali minerali di interesse industriale.

2. Identificazione dei minerali.

Riconoscimento in base alle proprietà organolettiche ed alla valutazione di proprietà fisiche.

Diagnosi ottica: principali caratteri distintivi dei minerali studiati - Uso delle Tabelle per il riconoscimento sistematico dei minerali trasparenti e di quelli opachi.

Diagnosi chimica: saggi pirognostici e microchimici.

Parte III - Elementi di Litologia.

1. Genesi, giacitura e caratteri essenziali delle rocce.

La litosfera - Generalità sui diversi processi litogenetici - Forme di giacitura - Composizione chimica e mineralogica delle rocce - Tipi di struttura e di tessitura.

2. Classificazione delle rocce.

Le rocce magmatiche - Processi eruttivi - Natura dei magmi e loro solidificazione - Differenziazione magmatica - Norme di paragenesi - Classificazione e descrizione dei tipi più importanti di rocce intrusive ed effusive della serie normale alcali-calcaica e delle serie alcaline.

Le rocce sedimentarie - Processi sedimentari e diagenetici - Classificazione e descrizione dei vari tipi di rocce clastiche, chimico-organogene, piroclastiche.

Le rocce metamorfiche - Processi metamorfici - Zone di metamorfismo - Scisti cristallini e rocce metamorfiche per contatto - Classificazione e descrizione dei tipi litologici fondamentali.

Esercitazioni.

Il corso è integrato da esercitazioni pratiche sui seguenti argomenti:

Goniometria.

Studio sistematico di modelli cristallografici.

Proiezione dei cristalli.

Calcolo delle costanti cristallografiche.

Esame di alcuni tipi di spettrogrammi di raggi X e misura di costanti reticolari.

Esame macroscopico delle specie minerali di maggiore interesse litologico ed industriale.

Caratteristiche ed uso del microscopio di polarizzazione.

Osservazioni e misure microscopiche (anche proiettive) per la verifica sperimentale della fenomenologia ottica studiata e per il riconoscimento dei minerali trasparenti.

Esame macroscopico di campioni di rocce.

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA AERONAUTICA

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. LETTERIO DONATO)

1. *Meccanica dei corpi deformabili.*

Parametri della deformazione - Equazioni di congruenza e di vincolo - Rappresentazione dello stato di deformazione.

Parametri degli sforzi - Equazioni indefinite ed ai limiti - Rappresentazione dello stato di tensione - Circoli di Mohr.

Potenziale elastico - Energia vincolata e lavoro di deformazione - Principio di sovrapposizione degli effetti.

Teoremi sull'equilibrio elastico - Teoremi di Clapeyron, Betti, Maxwell, Menabrea e Castigliano - Postulato di de St. Venant.

Solidi isotropi - Moduli di elasticità e rapporto di Poisson.

2. *Problema di de Saint Venant.*

Equazioni fondamentali - Caratteristiche della sollecitazione - I quattro casi particolari.

Forza normale semplice - Deformazioni - Tensioni - Lavoro di deformazione. Flessione semplice - Deformazioni - Tensioni - Lavoro di deformazione - Teorema fondamentale - Flessione retta e deviata - Tensioni massime - Modulo e diagrammi di resistenza.

Torsione semplice - Deformazioni - Tensioni - Lavoro di deformazione - Fattore di torsione - Sezioni circolare e anulare - Sezioni ellittica e rettangolare - Analogie - Metodo di Bredt per le aste tubolari in parete sottile.

Flessione composta - Deformazioni e tensioni - Centro di taglio - Linea elastica - Fattore di taglio - Trattazione approssimata del taglio - Lavoro di deformazione - Tensioni principali - Linee isostatiche.

Forza normale eccentrica - Teorema fondamentale - Tensioni massime - Momenti di nocciolo - Solidi non resistenti a trazione.

Altre sollecitazioni composte e relative verifiche.

3. *Resistenza dei materiali.*

Macchine e saggi di prova.

Classificazione dei materiali - Diagrammi e deformazioni - Prove dinamiche e tecnologiche.

Criteri di resistenza e di sicurezza - Sicurezza locale - Ipotesi della massima tensione normale, dell'attrito interno, della massima tensione tangenziale - Ipotesi di Mohr, della dilatazione massima, di Beltrami, di v. Mises - Confronto dei vari criteri - Carico e grado di sicurezza.

Sicurezza globale - Verifiche a rottura.

Fenomeni di fatica - Leggi sulla fatica - Limiti di fatica e resistenza al lavoro - Rotture fragili.

4. *Fondamenti della teoria delle travi.*

Generalità, modalità di carico, di vincolo, di sollecitazione - Classificazione delle travi - Teoremi fondamentali.

Trave caricata assialmente, prismatica o di ugual resistenza.

Travi inflesse - Diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione - Linea elastica - Modalità di posa.

Trattazione analitica e analitico-grafica delle travi inflesse - Metodi di Saviotti e di Mohr - Travi inflesse nelle varie condizioni di vincolo - Equazioni dei tre momenti.

Travi di uguale resistenza alla flessione.

Influenza del taglio sulle deformazioni.

5. Metodi energetici per lo studio delle travature.

L'equazione dei lavori virtuali applicata alle travature - Travature iperstatiche - Determinazione del grado di iperstaticità.

Ricerca delle deformazioni - Espressioni generali dello spostamento.

Equazioni di elasticità - Equazioni di Müller-Breslau - Termini di carico e coefficienti di influenza.

Risoluzione delle equazioni di elasticità - Metodi rigorosi e metodi approssimati - Metodi iterativi - Travature iperstatiche - Sforzi termici e di montaggio.

Deformazioni delle travi reticolari - Diagrammi di Williot - Pesi elastici di Müller-Breslau.

6. Instabilità elastica.

Generalità sui fenomeni di instabilità.

Trave compressa parallelamente all'asse - Equazioni della linea elastica - Verifica di sicurezza.

Trave caricata di punta - Trattazione di Eulero - Legge snellezza-tensione critica - Influenza delle condizioni di posa - Lunghezza libera di flessione - Verifica di sicurezza.

L'instabilità in campo elasto-plastico - Teorie di Engesser, v. Karman, Shanley.

Formule empiriche di Tetmajer, di Schwarz - Metodo Omega.

Trattazione energetica - Metodi del lavoro interno e del lavoro esterno - Influenza del taglio.

Trave inflessa e caricata assialmente - Metodo di Vianello - Trave a parete reticolare.

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(Prof. CARLO FERRARI)

Definizioni principali:

Membri - Coppia cinematica, elementi cinematici, superfici coniugate - Coppie cinematiche indipendenti - Coppie cinematiche dipendenti - Accoppiamenti di forza - Tipi di contatto tra le superfici coniugate di una coppia - Coppie rigide elementari - Coppie superiori - Catene cinematiche - Meccanismi.

Cinematica applicata:

Moto piano.

Leggi ed equazioni fondamentali della cinematica piana.

Superfici coniugate delle coppie rigide piane.

Problemi tipici della cinematica delle coppie rigide e dei meccanismi piani.

Sistemi articolati.

Sistemi articolati piani.

Quadrilatero articolato piano.

Applicazioni del quadrilatero articolato piano.

Applicazioni cinematiche del quadrilatero articolato - Piastre rotanti - Eccentrico di seconda specie.

Meccanismi derivati dal quadrilatero: il manovellismo ordinario.

- Varie forme di manovellismi - Meccanismi di comando a rapido ritorno.
- Studio cinematico dei manovellismi.
- Meccanismi cinematicamente equivalenti a manovellismi - Eccentrico di prima specie con camma policentrica.
- Meccanismi cinematicamente equivalenti a manovellismi a glifo rotante.
- Sistemi articolati non scomponibili o riducibili a quadrilateri articolati.
- Sistemi piani non riducibili a sistemi articolati.

Problemi inversi:

- Determinazione delle polari, assegnata la legge del moto relativo.
- Applicazione al problema delle piastre (o leve) rotanti.
- Tracciamento dei profili coniugati - Caso in cui uno dei profili è un semplice punto - Rolletta.
- Problema inverso sulle rollette.
- Applicazione: il problema inverso per l'eccentrico di prima e di seconda specie; tracciamento del contorno della camma.
- Tracciamento dei profili coniugati nel caso generale: metodo dell'involuppo.
- Tracciamento dei profili coniugati: metodo delle normali.
- Strisciamento tra i profili coniugati.
- Tracciamento indipendente dei profili coniugati.
- Metodo degli epicicli: tracciamento dei profili coniugati come traiettorie di un punto.
- Metodo degli epicicli; tracciamento dei profili coniugati come involuppi di linee.
- Interferenza.

Geometria delle ruote dentate cilindriche.

Definizioni fondamentali.

- Linea di ingranamento - Arco d'azione.
- Angolo di pressione.
- Profili dei denti.

Dentature a profilo cicloidale.

- Tracciamento dei profili cicloidali.
- Linea di ingranamento e arco d'azione.
- Strisciamento dei profili coniugati.
- Contatti anormali delle dentature cicloidali.
- Influenza del diametro dell'epiciclo sulle proprietà della dentatura.
- Numero minimo dei denti nelle ruote dentate con profili cicloidali.
- Ruote dentate modulari - Norme modulari.
- Ruote dentate speciali.
- Ruote dentate con profili ad evolvente di cerchio.*
- Tracciamento dei profili.
- Caratteri geometrici delle dentature ad evolvente.
- Arco di ingranamento.
- Interferenza nelle dentature ad evolvente - Caso delle ruote esterne.
- Interferenza nelle dentature ad evolvente - Caso delle ruote interne.
- Relazione tra minimo numero di denti e angolo di pressione.
- Dentature a cerchi spostati (o corrette).

Ruote cilindriche a denti elicoidali.

- Ruote a dentature diritte e ruote a gradini.
- Ruote di Hooke senza strisciamento.
- Ruote cilindriche a denti elicoidali: vantaggi che esse presentano.
- Passo frontale - Passo assiale - Sfasamento delle ruote dentate a denti elicoidali.
- Generazione della superficie attiva dei denti delle ruote cilindriche a denti elicoidali.

Luogo dei punti di contatto istantaneo di due denti coniugati nelle ruote cilindriche a denti elicoidali.

Proporzionamento delle ruote dentate a denti elicoidali.

Moto sferico.

Leggi ed equazioni fondamentali della cinematica dei sistemi rigidi, o costituiti da membri rigidi, con un punto fisso.

Profili coniugati e superfici coniugate delle coppie rigide sferiche.

Problemi tipici della cinematica delle coppie sferiche e dei meccanismi corrispondenti.

Problemi diretti.

Problemi inversi.

Determinazione della poloide e della erpoloide e dei profili coniugati corrispondenti ad una data legge del moto relativo.

Studio geometrico-cinematico delle ruote coniche.

Determinazione dei coni primitivi di una coppia di ruote coniugate coniche.

Velocità di strisciamento dei profili coniugati - Ruote coniche di frizione e ruote coniche dentate - Coni complementari.

Tracciamento di profili coniugati.

Profili sferici cicloidal.

Profili sferici ad evolvente.

Coseni direttori della retta d'azione della normale alla superficie dei denti.

Tracciamento approssimato dei profili dentati.

Procedimento di taglio delle ruote coniche.

Ruote coniche con asse-dente curvo.

Asse-dente ad inclinazione costante - Dentature Gleason, Bilgram e Kingelberg.

Generazione della superficie attiva dei denti delle ruote coniche ad asse-dente curvilineo.

Passo frontale e passo circonferenziale per le ruote coniche con denti ad asse curvo.

Moto rigido generale.

Leggi fondamentali per la cinematica per i moti rigidi generali.

Problemi diretti.

Trasmissione del moto rotatorio tra assi sghembi con ruote cilindriche a denti elicoidali.

Trasmissione del moto rotatorio tra assi sghembi con ruote coniche ad asse curvilineo.

Problemi inversi.

Determinazione delle superfici coniugate corrispondenti a una data legge del moto relativo - Metodo dell'inviluppo.

Generazione delle superfici coniugate per mezzo di una superficie ausiliaria.

Esempio di applicazione del metodo dell'inviluppo - Vite senza fine-ruota elicoidale.

Esempio di applicazione del metodo della superficie ausiliaria - Ruote ipoidali; ruote iperboliche.

Dinamica applicata.

Classificazione delle forze operanti nelle macchine.

Forze agenti degli accoppiamenti.

Elementi da cui dipendono le forze agenti negli accoppiamenti.

Forza di contatto per contatto puntiforme (o lineare); caso dell'attrito nullo.

Forza di contatto puntiforme (o lineare) di strisciamento: attrito non nullo (per superfici asciutte).

Forza di contatto per coppie rigide (a contatto di strisciamento; superfici coniugate asciutte) - Coppia rotoidale (contatto lineare).

Coppia elicoidale.

Coppie rigide superiori (contatto lineare o puntiforme).

Azione di contatto per contatto superficiale (attrito tra superfici asciutte) - ipotesi di Reye.

Legge di ripartizione della pressione di contatto, per una coppia rotoidale cilindrica portante secondo l'ipotesi di Reye - Determinazione dell'azione risultante.

Freni a tamburo.

Legge di ripartizione della pressione di contatto per una coppia rotoidale portante-spingente secondo l'ipotesi di Reye.

Freni a dischi.

Legge di ripartizione della pressione al contatto per una coppia rotoidale spingente secondo l'ipotesi di Reye - Applicazione al freno a cono di frizione.

Forze di contatto per coppie costituite da un membro rigido e un membro flessibile.

Organi flessibili usati nelle macchine.

Notizie sulle funi.

Notizie sulle cinghie.

Notizie sulle catene.

Trasmissioni con funi o con cinghie - Richiamo delle equazioni fondamentali della dinamica dei flessibili (per le funi e per le cinghie)

Legge di variazione della tensione lungo il tratto avvolto sulla puleggia (per una cinghia o una fune).

Scorrimento globale e scorrimento elastico - Arco di aderenza (o arco ozioso) - Potenza dissipata dall'attrito nell'accoppiamento flessibile-puleggia.

Curva funicolare dei rami liberi e legge di variazione della tensione lungo essi (per condizione di funzionamento a regime).

Determinazione globale e scorrimento elastico in una sezione generica del flessibile - Determinazione della coppia limite (sull'asse di una puleggia) o della velocità angolare limite per scorrimento globale.

Rigidezza delle funi e dei cingoli elastica e anelastica.

Cinematica e dinamica delle trasmissioni con catene.

Rigidezza delle catene.

Altra applicazione dei flessibili: paranchi.

Teoria elementare della lubrificazione.

Forze di contatto per coppie costituite da membri rigidi con contatto di strisciamento: attrito tra superfici lubrificate.

Atto di moto di un fluido - Velocità di deformazione.

Stato di tensione di un fluido in moto.

Coefficienti di viscosità - Viscosità cinematica.

Coppia prismatica lubrificata - Lubrificante liquido - Teoria elementare di Reynolds e Michell.

Coppia prismatica lubrificata: caso in cui entrambe le superfici coniugate sono piane.

Variazione della temperatura del meato - Equazione dell'energia.

Coppia prismatica lubrificata, influenza della variazione della viscosità e della densità lungo il meato per meato di spessore costante.

Influenza dell'allungamento finito del pattino.

Coppia rotoidale portante lubrificata - Fluido incompressibile.

Teoria elementare di Sommerfeld - Cuscinetto completo.

Cuscinetto parziale.

Influenza della variazione della temperatura del lubrificante ed influenza dell'allungamento finito del perno.

Perno con carico dinamico.

Coppia rotoidale spingente lubrificata - Fluido incompressibile.

Lubrificazione limite - Attrito epilaminico - Attrito combinato.

Coppie rigide elementari piane lubrificate - Lubrificante gassoso.

Lubrificazione idrostatica.

Lubrificazione con fluido non newtoniano.

Forza di contatto per coppie costituite da membri rigidi con contatto di rotolamento.

Coppie di attrito.

Deformazione dei membri solidi prodotta dall'azione mutua di contatto - Caso statico - Formule di Hertz.

Parametro di attrito volvente conseguente all'irregolarità delle superfici coniugate.

Applicazioni: cuscinetti a rotolamento.

Esempi di determinazione delle reazioni vincolari con attrito radente e volvente.

Forze d'inerzia.

Forza d'inerzia risultante.

Momento risultante delle forze d'inerzia.

Lavoro delle forze d'inerzia.

Equazioni fondamentali della dinamica.

Principio di d'Alambert.

Equazioni cardinali della dinamica.

Equazione dell'energia.

Applicazione dell'equazione dell'energia nello studio dinamico delle macchine.

Equazioni del moto di un sistema di massa variabile.

Il principio dei lavori virtuali. L'equazione simbolica della dinamica.

Equazioni di Lagrange.

Analogia tra sistemi meccanici e sistemi elettrici.

Realizzazione di modelli analogici per sistemi lineari - Equazioni di Lagrange per i sistemi elettrici.

Sistemi elettromeccanici - Equazione di Lagrange per sistemi elettromeccanici.

Principi variazionali in meccanica.

Metodi variazionali - Metodo di Rayleigh-Ritz.

Contatto d'urto - Equazioni generali della teoria dell'urto.

Teorema di Carnot.

Sistemi di controllo.

Descrizione dei sistemi di controllo.

Analisi dei sistemi di controllo.

Gli organi dei sistemi di controllo.

I principali modi di controllo.

Le tecniche di controllo.

Stabilità dei sistemi di controllo lineari.

Stabilità dei sistemi di controllo non lineari.

Problemi di compensazione e di ottimo.

FISICA TECNICA

(Prof. CESARE CODEGONE)

1. *Termodinamica applicata.*

Richiami sul principio dell'equivalenza fra calore e lavoro.

Leggi fondamentali dello stato gassoso - Energia interna e calori specifici - Miscele di gas.

Richiami sul principio di Carnot-Clausius - Entropia ed Entalpia dei gas e delle loro miscele.

Esempi di cicli termodinamici nel caso dei gas - Cicli rigenerativi - Cicli di quattro politropiche - Cicli inversi.

Rappresentazioni grafiche - Diagrammi entropici ed entalpici.

Vapori saturi - Proprietà dei vapori saturi e loro rappresentazione grafica.

Cicli diretti e inversi nel caso dei vapori.

Equazioni di stato - Legge degli stati corrispondenti e sua estensione alla viscosità, alla conduttività termica ed altri parametri.

Trasformazioni isentalpiche - Variazioni dei calori specifici e relative conseguenze sul rendimento dei cicli.

Relazioni termodinamiche generali - Relazioni contenenti i calori specifici - Inclinazione delle linee principali nei diagrammi più comuni - Estensioni delle relazioni generali ad altri fenomeni, in particolare ai fenomeni termoelettrici e alla emissione termoionica.

Miscele di aria e vapore d'acqua - Il diagramma di Molliér per l'aria umida - Trasformazioni delle miscele - Psicrometrica - Applicazione al condizionamento dell'aria ed all'essiccazione.

Trasformazioni termodinamiche a massa variabile.

Cicli termodinamici di impianti nucleari.

Cicli per la liquefazione dei gas.

Termodinamica delle radiazioni elettromagnetiche.

2. *Moto dei fluidi nei condotti.*

Equazioni del moto - Tipi di movimento - Moto laminare e moto turbolento - Numero di Reynolds - Resistenze passive continue e locali - Condotte di gas - Condotte di vapore saturo e surriscaldato.

Efflusso degli aeriformi - Efflusso da un orificio in parete sottile - Condotte De Laval - Ritardo alla condensazione nell'efflusso dei vapori.

Applicazioni alla misura della portata - Deduzione della portata da una caduta di pressione - Metodi di Misura con apparecchi a contrazione della corrente fluida.

Iniettori ed eiettori - Caso dei fluidi incompressibili - Caso dei vapori - Condensatori - eiettori.

Reti di condotti negli impianti di riscaldamento ad acqua calda - Effetto del raffreddamento dell'acqua lungo i tubi - Calcolo dei circuiti.

Camini - Andamento delle pressioni nel sistema caldaia-camino - Calcoli di proporzionamento.

3. *Trasmissione del calore.*

Conduzione, convezione, irradiazione, mescolanza e leggi relative - Regime stazionario e regime variabile - Trasitori termici - Oscillazioni termiche e loro risonanza.

Trasmissione del calore tra due fluidi stagnanti separati da una parete - Casi della parete piana e della parete cilindrica - Pareti composte - Effetti delle intercapedini d'aria - Pareti ad alette.

Trasmissione fra fluidi in circolazione - Circolazione semplice, doppia, incrociata.

Isolamento termico - Disposizioni costruttive.

Circostanze che influiscono sui valori dei coefficienti di trasmissione - Effetto della velocità.

Ordine di grandezza di alcuni coefficienti globali di trasmissione.

Teoria del Nusselt sulla trasmissione tra vapore che si condensa e parete - Teoria di Martinelli e Nelson.

Trasmissione di una parete ad un liquido che evapora.

Analogie con altri fenomeni fisici - Analogia del Reynolds - Teoria del Prandtl sullo strato limite.

Leggi delle similitudini e loro applicazione - Parametri adimensionali per la correlazione dei risultati sperimentali - Numeri di Reynolds, di Nusselt, di Prandtl, di Grashof.

Relazioni dedotte dall'analisi dimensionale - Applicazioni alla convenzione termica libera e forzata.

Trasferimento di calore e di massa - Leggi relative e parametri adimensionali - Numeri del Lewis e dello Schmidt.

4. Caldaie a vapore.

Indicazioni generali - Rendimento specifico - Accessori di sorveglianza e di sicurezza.

Caldaie a grandi corpi.

Caldaie a tubi da fumo fisse, marine e per locomotive.

Caldaie verticali.

Caldaie a tubi d'acqua suborizzontali ed a tubi d'acqua ripidi.

Caldaie a serpentine.

Caldaie recenti ad alta pressione ed a circolazione forzata - Caldaie Velox.

La circolazione interna delle caldaie.

Camere di combustione - Surriscaldatori - Economizzatori.

Trattamenti dell'acqua di alimentazione - Preriscaldatori d'aria.

Apparecchi di combustione - Focolai per governo a mano - Focolai meccanici, graticole a catena sub-alimentate - Combustione di carbone polverizzato - Combustione di nafta - Combustione di gas.

Calcoli relativi alla combustione - Masse e volumi dell'aria e dei gas della combustione - Apparecchi industriali di misura.

Aspirazione naturale e aspirazione forzata dei fumi.

Temperatura dei gas prodotti dalla combustione.

Trasmissione del calore nelle caldaie - Irradiazione delle fiamme e dei gas combusti - Convezione termica per fasci di tubi.

Perdite termiche nelle caldaie.

Diagramma di Rosin e Fehling.

Servizi ausiliari - Pompe - Ventilatori - Accumulatori di vapore - Regolazioni automatiche.

Resistenza organica delle caldaie - Involucri cilindrici premuti dall'interno: caso delle pareti di notevole spessore - Criteri di proporzionamento e calcolo degli spessori.

Involucri cilindrici premuti dall'esterno.

Tensioni di discontinuità - Sollecitazioni termiche.

Unioni a chiodatura.

Collettori, focolai interni lisci e ondulati, fondi curvi - Pareti piane e rinforzi.

5. Riscaldamenti centrali.

Indici di benessere fisiologico e strumenti di misura.

Fabbisogni di calore degli edifici.

Riscaldamento ad acqua calda - Circuiti - Caldaie - Riscaldatori - Impianti a circolazione naturale ed a circolazione forzata.

Riscaldamento a pannelli.

Riscaldamento a vapore a bassa ed a alta pressione - Accessori.

Riscaldamento ad aria calda - Applicazioni civili e industriali.

Riscaldamento a distanza - Riscaldamento urbano.

6. *Tecnica frigorifera.*

Schemi di attuazione di cicli inversi delle macchine frigorifere e delle termopompe.

Fluidi impiegati nelle macchine a ciclo inverso.

Sistemi di refrigerazione.

Compressori alternativi e rotativi - Eiettori - Evaporatori - Condensatori - Rubinetti di regolazione.

Magazzini frigoriferi.

Ghiaccio artificiale, idrico o di anidride carbonica.

Sistemi ad assorbimento.

Liquefazione dei gas e applicazioni.

Condizionamento termoigrometrico dell'aria - Sistemi locali e centrali ad uno o a più circuiti - Filtri; camere e apparecchi di condizionamento - Calcoli di proporzionamento relativi.

7. *Illuminazione.*

Unità fotometriche e relazioni fondamentali - Sorgenti luminose puntiformi e loro indicatrici di emissione - Sorgenti estese - Costruzioni grafiche per la determinazione dell'illuminamento e per il tracciamento delle curve isolux - Caratteristiche costruttive e fotometriche delle sorgenti luminose: lampade ad incandescenza, lampade a luminescenza - Apparecchi di illuminazione: riflettori, rifrattori, diffusori - Impianti di illuminazioni per esterni e per interni; sistemi diretti ed indiretti e calcoli relativi - Illuminazione decorativa.

8. *Acustica applicata alle costruzioni.*

Intensità energetica dei suoni e sensazioni uditive - L'audiogramma normale - Proprietà acustiche dei materiali usati nelle costruzioni - Fattori di assorbimento apparente - Proprietà acustiche degli ambienti - Riflessioni multiple - Riverberazione acustica e sua durata convenzionale - Caso dei grandi locali di riunione; mezzi grafici e sperimentali per lo studio delle loro proprietà acustiche - Attenuazione dei disturbi acustici e isolamento acustico.

9. *Esercitazioni di Fisica Tecnica.*

Esercitazioni grafiche - Diagrammi di compressori di gas a più stadi - Tubo di efflusso di De Laval - Cicli termodinamici nei diagrammi entropici ed entalpici - Caldaie cilindriche - Disegno e calcoli strutturali - Caldaie in ghisa ad elementi (per allievi Civili) - Impianti di riscaldamento (per allievi Civili) - Scambiatori termici a superficie liscia o alettata (per allievi Meccanici) - Curve isolux (per allievi Elettrotecnici ed Elettronici) - Riflessioni acustiche multiple (per allievi elettrotecnici ed elettronici) - Cicli termodinamici delle centrali nucleari (per allievi Nucleari) - Transitori e oscillazioni termiche - Ventilazione gallerie (per allievi Minerari) - Calcoli relativi alla refrigerazione delle macchine elettriche (per Elettrotecnici).

Esercitazioni di laboratorio - Taratura di manometri metallici con l'apparecchio di Amsler - Taratura di micromanometri differenziali - Misure di controllo della combustione nella Centrale termica del Politecnico - Determinazione della portata di un ventilatore elicoidale - Curve caratteristiche di un ventilatore centrifugo - Taratura di anemometri a mulinello - Determinazione dell'umidità relativa mediante uno psicometro di Assmann - Misure di efficienza di un impianto frigorifero - Misure di irradiazione con una pila di Moll - Misure della portata e del titolo del vapore saturo - Misure su un compressore d'aria polifase a 200 atmosfere e su un impianto di liquefazione e di distillazione frazionata dell'aria - Misure su scambiatori termici - Determinazione sperimentale di curve isolux.

ELETTROTECNICA

(Prof. RENZO MARENESI)

La corrente elettrica - Conduzione nei metalli, negli elettroliti, nei semiconduttori, nei gas, nel vuoto - Leggi di Faraday - Generatori di f.e.m. - Leggi di Volta - Pile - Accumulatori - Il campo di corrente elettrica - La forza elettrica - Tensione elettrica e differenza di potenziale - Resistività e resistenza elettrica - Leggi di Joule e di Ohm - Applicazioni ai circuiti filiformi e ai mezzi estesi - Resistenza di terra - Resistori - Dimensionamento di un resistore - Bipoli - Convenzioni di segno - Caratteristiche - Bipoli normali - Generatori ideali - Bipoli in serie e in parallelo - Reti di bipoli - Legge dei nodi e delle maglie - Potenziali ai nodi - Correnti di maglia - Teoremi di Thévenin e di Norton - Sovrapposizione degli effetti - Bilanci energetici.

Condensatori - Carica e scarica - Bilanci energetici - La corrente di spostamento - Vettore spostamento - Teorema di Gauss - Costante dielettrica - Rigidezza dielettrica - Campi dielettrici - Applicazioni: condensatore piano, cilindrico, sferico - Condensatori con più dielettrici - Forze elettrostatiche - Induzione magnetica - La forza magnetica - Le legge di circuitazione - La permeabilità - Flusso concatenato - La legge dell'induzione - F.e.m. indotta in un conduttore in movimento - Coefficiente di autoinduzione - Coefficiente di mutua induzione - Coefficiente di accoppiamento - Equazioni dei circuiti accoppiati - Transitori nei circuiti induttivi - Forze sui conduttori percorsi da corrente - Materiali magnetici - Cicli di isteresi - Circuiti magnetici - La riluttanza - Magnet permanenti - Forze sugli elettromagneti - Strumenti a magneti permanente e bobina mobile.

Grandezze variabili - Valori istantanei, medi, efficaci - Grandezze periodiche, alternative, sinusoidali - Circuiti in corrente alternata - Potenza istantanea, fluttuante, attiva, reattiva, apparente - Fattore di potenza - Rappresentazione vettoriale e complessa - Impedenza - Sistemi trifasi - Connessioni a stella e a triangolo - Produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - Cadute di tensione - Rifasamento - Strumenti elettrodinamici - Misure di potenza e di energia - Contratti - Interruttori, fusibili, rete - Perdite nel ferro in corrente alternata - Cifra di perdita - Forni a induzione.

Trasformatore - Nozioni costruttive - Funzionamento a vuoto, a carico, in corto circuito - Rete equivalente - Grandezze nominali - Tensione di corto circuito - Corrente di corto circuito - Diagramma vettoriale - Perdite e rendimento - Trasformatori trifasi - Parallelo dei trasformatori.

Alternatore - Nozioni costruttive - Funzionamento a vuoto - Funzionamento a carico - Campo magnetico rotante - Reazione di indotto - Alternatore in parallelo con una rete a tensione costante.

Motore asincrono - Nozioni costruttive - Motori ad anelli e in corto circuito - Funzionamento a vuoto e a carico - Rete equivalente - Diagramma circolare - Caratteristica meccanica - Azionamento - Regolazione di velocità - Motore asincrono monofase.

Macchine a corrente continua - Nozioni costruttive - Funzionamento a vuoto e a carico - Reazione di indotto - Commutazione - Sistemi di eccitazione - Dinamo e motori connessi a una rete a tensione costante - Caratteristiche elettriche e meccaniche - Azionamento - Regolazione di velocità.

CHIMICA APPLICATA

(Prof. VITTORIO CIRILLI)

Acque industriali. — Durezza temporanea e permanente - Processi alla calce soda e al fosfato - Depurazione mista - Processo alla permutite e con resine scambiatrici di ioni - Fragilità caustica - Metodi industriali per la distillazione dell'acqua: effetti multipli, termocompressione - Resine scambiatrici di ioni.

Generalità sui combustibili. — Temperatura di accensione e infiammazione - Limiti di infiammabilità - Potere calorifico - Bomba di Mahler e calorimetro di Junkers - Potere calorifico; superiore ed inferiore - Aria teorica per la combustione completa - Potenziale termico - Analisi elementare e immediata dei combustibili - Analisi dei gas - Combustione - Composizione dei fumi - Temperatura teorica di una fiamma - Misura della temperatura - Fenomeni di dissociazione e loro incidenza sulla temperatura di combustione.

Combustibili solidi. — Legno, torbe, ligniti, litantraci, antracite, agglomerati - Distillazione secca del legno e dei litantraci - Carbone di legna, coke, semicoke.

Combustibili gassosi. — Idrogeno - Acetilene - Gas illuminante: produzione e depurazione - Gas di gasogeno, gas d'aria, gas d'acqua, gas misto - Metodi particolari di gassificazione: con ossigeno, sotto pressione, gas doppio, gas carburato - Gassificazione dei combustibili liquidi.

Combustibili liquidi. — Petroli: estrazione e lavorazione - Carburanti - Oli Diesel - Distillazione del petrolio - Processi di craking, idrogenazione, reforming - Raffinazione dei carburanti - Combustibili liquidi vari: alcoli, benzolo.

Lubrificanti. — Caratteristiche, lavorazione, analisi - Viscosità e sua determinazione.

Teoria dei diagrammi di stato. — Sistemi eterogenei - Regola delle fasi - Diagrammi binari e ternari.

Laterizi. — Materie prime: argille - Origine - Costituzione, analisi, plasticità, disidratazione delle argille - Formatura e cottura dei laterizi - Classificazione e saggi tecnici.

Prodotti ceramici. — A pasta porosa e compatta - Terrecotte, maioliche - Vetrinatura - Porcellana - Grès.

Materiali refrattari. — Classificazione - Refrattari argillosi e alluminosi - Silice - Refrattari Dinas - Refrattari magnesiaci e dolomitici - Pignate refrattarie - Refrattari cromatici - Refrattari carboniosi - Carborundum - Analisi dilatometrica e prove di refrattarietà sotto carico.

Cementanti aerei. — Calce aerea - Analisi del calcare - Forni a calce - Presa e indurimento - Gesso - Mastici.

Cementanti idraulici. — Calci idrauliche - Cemento Portland - Preparazione e costituzione del clinker - Caratteristiche e composizione di un cemento Portland - Effetti delle acque dilavanti e delle acque solfatiche sul calcestruzzo - Cementi ferri - Proprietà e resistenza chimica - Cementi alluminosi; costituzione e proprietà - Cementi di miscela; di scorie, pozzolani - Prescrizioni ufficiali e saggi tecnici sui leganti idraulici.

Materiali ferrosi. — Minerali di ferro - Riduzione degli ossidi di ferro - Preparazione della ghisa - Altoforno - Produzione dell'acciaio - Affinazione in convertitore su suola - Processi al crogiolo, al forno elettrico, produzione diretta del ferro e dell'acciaio - Diagramma ferro-carbonio - Strutture e trattamenti termici degli acciai - Cementazione - Nitrurazione - Acciai speciali e loro classificazione.

Ghise per getti - Inoculazione delle ghise - Processi di malleabilizzazione e sferoidizzazione.

Metalli non ferrosi. — Preparazione dell'alluminio con i processi Bayer e Haglund - Elettrolisi dell'allumina - Leghe di alluminio - Metallurgia del rame per via ignea - Raffinazione termica ed elettrolitica - Bronzi - Ottoni.

Esercitazioni di Chimica Applicata

Analisi delle acque. — Saggio idrotimetrico - Calcoli relativi alla eliminazione della durezza delle acque.

Combustibili. — Determinazione del potere calorifico con bomba di Mahler, di Kröcker e calorimetro di Junkers - Calcolo del potere calorifico del calore di combustione - Calcolo dell'aria necessaria alla combustione e del potenziale termico - Misura delle alte temperature.

Analisi dei gas. — Apparecchio di Orsat - Determinazione della densità - Analisi dei fumi - Calcolo della temperatura teorica di combustione.

Saggi sulle benzine e sui lubrificanti. — Apparecchi di Martens - Pensky, Abel e Marcusson - Viscosimetri di Engler e di Höppler.

Argille, refrattari, calce. — Analisi chimica delle argille e dei refrattari argillosi - Analisi delle calci e del calcare.

Leganti idraulici. — Analisi chimica e prove tecnologiche sui cementi - Calcolo dei moduli.

Metalli. — Analisi dei minerali di ferro e dei prodotti siderurgici - Dosamento del carbonio, zolfo e fosforo negli acciai.

TECNOLOGIA MECCANICA

(Prof. GIAN FEDERICO MICHELETTI)

1. Lavorazioni dei metalli ad asportazione di truciolo.

1.1. Introduzione.

1.2.1. Formazione del truciolo.

Utensile elementare monotagliante: geometria e angoli caratteristici.

Utensile sgrossatore per tornitura (rappresentazione convenzionale europea ed americana).

Formazione del truciolo nel taglio ortogonale: tipi di trucioli; taglianti di riporto.

Modello di V. Piispanen, piano ed angolo di scorrimento; deformazione per scorrimento, indice di ricalcamento del truciolo e sua misura; velocità di lavoro e di deformazione.

Rilievi sperimentali con taglio interrotto.

Piano e zona di scorrimento principale e secondaria.

Attriti fra truciolo e utensile e fra dorso utensile e pezzo.

Limiti di validità della ipotesi del flusso « a regime » del truciolo; variazioni periodiche nella geometria del taglio: vibrazioni autoeccitate.

1.2.2. Meccanica del taglio ortogonale.

Analisi delle forze fra utensile e pezzo (equazioni fondamentali).

Teorie sulla formazione del truciolo; H. Ernest e M. E. Merchant, M. E. Merchant, E. H. Lee e B. W. Shaffer, M. C. Shaw - N. H. Cook - I. Finnie, P. L. B. Oxley, N. N. Zorev.

Pressione specifica di taglio e sue relazioni con la tensione dinamica di scorrimento.

Il taglio tridimensionale; la formazione vincolata del truciolo, effetto dell'usura dorsale sul sistema delle forze.

Relazioni fra l'energia totale assorbita per il taglio e l'energia assorbita per la deformazione plastica e per attrito.

1.2.3. *Fattori fondamentali determinanti le forze di taglio.*

Tensione dinamica di scorrimento.

Correlazione fra tensione dinamica di scorrimento e risultati di prove convenzionali sui materiali; velocità di deformazione e temperatura; effetto sulle tensioni.

Attrito fra truciolo e utensile; fenomeni di ristagno; tensioni alla superficie truciolo-utensile.

Formazione del tagliante di riporto.

Altri effetti dei parametri di taglio sulle forze: fluidi da taglio e loro azione refrigerante e lubrificante.

1.2.4. *Misura e calcolo delle forze di taglio.*

Dinamometri: requisiti fondamentali.

Tipi di dinamometri per la misura delle forze di taglio: *a.* meccanici; *b.* idraulici; *c.* pneumatici; *d.* con trasduttori elettrici (estensimetri).

Calcolo delle forze di taglio.

Esempi.

1.2.5. *Termodinamica della formazione del truciolo.*

Quantità di calore sviluppata e temperatura.

Misura della temperatura di taglio.

1.2.6. *Materiali per utensili.*

Requisiti e caratteristiche dei vari tipi di materiali per utensili (composizioni e trattamenti).

Confronti, impieghi.

1.2.7. *Velocità di taglio, durata ed usura degli utensili.*

Velocità di taglio e sua correlazione con i diversi parametri della lavorazione.

Velocità di taglio e durata dell'utensile: definizione di durata dell'utensile; criteri di misura della durata; relazioni fra velocità di taglio e durata dell'utensile (equazione di Taylor ed elaborazioni successive).

Calcolo della velocità di taglio economica.

Usura dell'utensile: labbro di usura, cratere; cause dell'usura.

Lavorabilità dei metalli e prove relative.

1.2.8. *Finitura superficiale.*

Rugosità superficiale e sua definizione.

Finitura superficiale, condizioni di taglio e finibilità dei materiali.

1.2.9. *Ricerca delle condizioni economiche di utilizzazione delle macchine utensili.*

I tempi di lavorazione: loro rilevamento e calcolo dei tempi di macchina (nomogrammi logaritmici).

1.3. *Organi e componenti della macchina utensile.*

1.3.1. Requisiti generali di progetto di una macchina utensile - Rendimenti - Organi strutturali: sopporti dei pezzi e degli utensili (banchi, bancali, montanti, basamenti, teste, slitte, ecc.) e loro dimensionamento.

1.3.2. Rigidezza statica e dinamica dei singoli elementi e dell'insieme - Smorzamento.

1.3.3. Guide a strisciamento per slitte o carrelli; guide idrostatiche.

1.3.4. Organi meccanici per la trasmissione del moto: mandrini, cuscinetti, ecc.

1.4. Comandi e regolazioni delle macchine utensili.

Trasmissione del moto dal motore agli organi della macchina: innesti, freni, giunti, cambi di velocità.

Regolazione della velocità, coppia, potenza disponibile al mandrino - Calcoli cinematici dei cambi di velocità.

Tipi di cambi e loro regolazione:

a) meccanici (a cono di pulegge e cinghia, a ruote dentate, continui ad attrito, a pulegge con diametro variabile e cinghia);

b) elettrici (motori a corrente alternata, a corrente continua, gruppi Ward-Leonard, raddrizzatori);

c) elettronici;

d) idraulici (circuiti per il comando del moto rotatorio e rettilineo alternativo);

e) pneumatici.

Apparecchiature elettriche, elettromeccaniche e componenti elettronici per macchine utensili (relé, microinteruttori, selettori, motori sincro, generatori tachimetrici).

1.5. Macchine utensili con moto di taglio rotatorio e loro lavorazioni.

Tornitura. — Caratteristiche delle lavorazioni di tornitura e degli utensili impiegati.

Torni; organi fondamentali dei vari tipi di torni - Studio della struttura, cinematici, impieghi e cicli di lavorazione caratteristici dei torni paralleli e dei torni a torretta, a tamburo, a copiare, a spogliare.

Torni per pezzi di grandi dimensioni: frontali, verticali (a montante e a portale); torni automatici mono e plurimandrini - Confronto fra i diversi tipi di torni e calcoli di convenienza.

Foratura. — Utensili per lavorazioni di foratura (punte elicoidali): geometria, angoli caratteristici (il concetto di «angolo di spoglia reale»), meccanica della formazione del truciolo, forze applicate (coppia e resistenza all'avanzamento) - Durata - Potenza per la foratura.

Determinazione delle condizioni di taglio; nomogrammi.

Esempi e norme di lavorazione.

Trapanatrici (o trapani) - Caratteristiche fondamentali: strutture, cinematici, impieghi e cicli di lavorazione sui seguenti tipi di trapani: trapani sensitivi (a banco ed a colonna); trapani con avanzamento automatico (a montante monomandrini e plurimandrini) - Trapani radiali, per pezzi di grandi dimensioni - Trapani portatili.

Macchine speciali a forare con teste operatrici multiple.

Alesatura. — Utensili per alesatura (alesatori): caratteristiche, impieghi - Esempi e norme di lavorazione di alesatura - Alesatrici universali orizzontali: a) a testa mobile; b) per pezzi di piccole dimensioni; c) per cilindri di grande diametro - Alesatrici universali verticali e di elevata precisione.

Fresatura. — Utensili per lavorazioni di fresatura (frese: a denti acuti, di forma e ad inserti) - Fresatura periferica (in opposizione e in concordanza) e frontale.

Geometria, angoli di taglio, meccanica della formazione del truciolo, calcolo delle forze applicate e loro variazione lungo l'arco di contatto tagliente-pezzo; potenza di fresatura.

Determinazione delle condizioni di taglio e scelta delle frese.

Esempi e norme di lavorazione.

Fresatrici. — Caratteristiche fondamentali, strutture, cinematici, impieghi e cicli di lavorazione sui seguenti tipi di fresatrici: fresatrici semplici orizzontali, universali con testa a dividere, semplici verticali, universali per attrezzisti - Fresatrici

trici per pezzi di grandi dimensioni con struttura a portale - Fresatrici speciali a tavola circolare, a copiare - Teste a fresare.

Contornitura e troncatura: seghe a nastro, a disco, a frizione.

1.6. *Macchine utensili con moto di taglio rettilineo alternativo e loro lavorazioni.*

Lavorazioni per mezzo di limatrici, stozzatrici e piallatrici - Utensili impiegati, norme di registrazione.

La brocciatura: utensile broccia, calcolo delle forze applicate - Brocciatrici orizzontali e verticali.

Scelta delle condizioni di taglio.

Altre macchine a moto rettilineo alternativo: troncatrici o seghe alternative.

1.7. *Macchine per lavorazioni di finitura.*

Rettificatura. — Utensili impiegati: mole - Azione di taglio del grano abrasivo - Forze applicate, potenza.

Determinazione delle condizioni di taglio, scelta delle mole.

Esempi e norme di lavorazione.

Rettificatrici - Caratteristiche fondamentali, strutture, cinematismi, impieghi e cicli di lavorazione - Tipi di rettificatrici: rettificatrici per superfici cilindriche esterne ed interne; rettificatrici universali per superfici piane.

Rettificatrici senza centri e speciali.

Lisciatrici (Honing): caratteristiche e impieghi - Utensili - Lappatrici e macchine con nastro abrasivo.

1.8. *Affilatura di utensili.*

Macchine per affilatura di utensili monotaglianti e pluritaglienti - Tipi di affilatrici - Impieghi.

1.9. *Macchine per lavorazioni di filettatura.*

Filettatura su tornio parallelo, con maschi e filiere, su fresatrice - Filettatura per deformazione plastica: rullatura - Finitura delle filettature.

1.10. *Costruzione delle ruote dentate.*

Ruote dentate cilindriche: procedimento « per involuppo » - Dentatrici a creatore, a coltello ed a pettine: caratteristiche degli utensili e della macchina.

Ruote dentate coniche con denti diritti: procedimento diretto e per « involuppo ».

Ruote dentate coniche con denti a spirale.

Finitura delle ruote dentate: rettificazione, sbarbatura, levigatura.

1.11. *Macchine a trasferta* per produzioni a flusso continuo e *macchine a comando numerico* per piccoli lotti di produzione.

1.12. *Problemi complementari delle macchine utensili:*

— collaudo (norme Schlesinger e Salmon);

— attrezzature di riferimento e bloccaggio dei pezzi; caricatori automatici.

2. *Lavorazioni dei metalli per deformazione plastica.*

2.1. *Teorie sulla deformazione plastica dei metalli.*

Proprietà meccaniche dei metalli e relazioni con la plasticità - Tensioni-deformazioni.

2.2. Lavorazioni ad elevate temperature.

- Fucinatura con azione dinamica (magli) e con azione statica (presse meccaniche e idrauliche).
- Laminazione - Calcolo della pressione, delle forze fra cilindri e pezzo della potenza - Programmi e cicli di laminazione - Laminatoi, treni di laminazione.
- Trafilatura di barre e tubi.
- Estrusione - Calcolo della pressione e forza di estrusione, temperatura, velocità
- Presse orizzontali.

2.3. Lavorazioni a temperatura ambiente.

- Trafilatura - Calcolo della forza e della potenza di trafilatura - Rapporti di trafilatura - Filiere, banchi di trafilatura - Cicli di produzione di fili.
- Laminazione per produzione di lamiera.
- Lavorazione delle lamiere: taglio, formatura (piegatura, imbutitura, ecc.) - Macchine per la lavorazione delle lamiere - Stampi.

3. Fonderia di ghisa.

3.1. *La ghisa*: composizione e caratteristiche meccaniche e fisiche - Materiali di produzione: ghisa in pani, ematiti, rottami (ghisa ed acciaio), boccamani, torniture, ferrino; correttivi (ferro-leghe; bricchetti; termocariche).

Materiali di consumo (coke e fondenti).

3.2. *La fusione al cubilotto*. — Caratteristiche costruttive del cubilotto, condotta (dote, composizione e distribuzione delle cariche, pressione e volume dell'aria, carburazione, calcolo delle cariche) - Controllo del funzionamento.

3.3. *Sabbie e terre da fonderia* (requisiti, composizione, tipi di sabbia) — Neri da fonderia - Agglomerati - Lavorazione delle sabbie e terre da fonderia (macchine impiegate per l'essiccazione, setacciatura, molazzatura, disintegrazione, aerazione) - Formatura: trattamento dei materiali per formatura a verde ed a secco - Preparazione delle forme (a mano, a macchina, per terra, su sagoma) - Modelli e casse d'anima: preparazione delle anime - Composizione e completamento delle forme (canale, attacchi e bacinelle di colata, montanti, tirate d'aria, materozze, raffreddatori).

3.4. *La colata*: tipi di colata - Difetti dei getti - Controlli - Distaffatura e finitura dei getti.

3.5. *Cicli di lavorazione nelle fonderie di ghisa*.

Programma delle esercitazioni.

1. Calcolo di quaterne di rapporto per esecuzione di filettature su tornio.
2. Esecuzione di un pezzo su tornio parallelo (Sgrossatura, Finitura, Filettatura).
3. Disegno e rilevamento di utensili per tornare.
4. Disegno e rilevamento di utensili per forare, fresare, alesare, dentare.
5. Misurazioni e controlli su ruote dentate per mezzo di calibri doppi e micrometri a dischi.
6. Misurazione di filettature con microscopio d'officina e con proiettore di profili.
7. Misurazione di alberi e di fori per mezzo di micrometri centesimali per esterni e interni; verifica delle tolleranze ISO.
8. Misurazioni di calibri a tampone con micrometro pneumatico, comparatore e blocchetti di riscontro.
9. Elaborazione del nomogramma di utilizzazione di un tornio.

10. Determinazione delle condizioni economiche di taglio.
11. Collaudo di un tornio parallelo (secondo le norme Schlesinger-UCIMU).
12. Rilevamento dei tempi di lavorazione con cronometro ed elaborazione dei risultati.
13. Preparazione di un ciclo di lavorazione per un particolare da eseguire su tornio a torretta.
14. Preparazione del ciclo di lavorazione di un particolare meccanico e sua esecuzione su tornio a torretta.
15. Esecuzione di un particolare su fresatrice orizzontale secondo disegno.
16. Costruzione di ruote dentate su fresatrice universale.
17. Costruzione di ruote dentate su dentatrice a creatore.
18. Preparazione di un ciclo di lavorazione di un particolare richiedente lavorazioni su diverse macchine utensili.
19. Metodi in alternativa (confronto costi).
20. Studio di circuiti pneumatici per macchine utensili.

DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo avessero già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

AERODINAMICA

(Prof. ALDO MUGGIA)

1. Considerazioni generali sui moti dei fluidi e dei corpi solidi nei mezzi fluidi - Discussione sull'influenza della viscosità e della compressibilità del fluido - I fluidi come mezzi continui - Equazione di continuità, della quantità di moto, della energia - Proprietà dell'entropia e della rotazionalità - Velocità del suono.
2. Moti incompressibili piani - Funzioni di variabile complessa e loro proprietà principali - Metodo delle singolarità e metodo delle trasformazioni conformi per lo studio del campo attorno a un ostacolo, in particolare attorno a un profilo alare - Teorema di Kutta-Joukowski - Teoria dei profili sottili e poco curvi: determinazione del campo attorno a un dato profilo e del profilo che realizza una data distribuzione di pressione; determinazione della direzione di portanza nulla, del coefficiente angolare di portanza, del coefficiente di momento focale - Discussione sul diagramma delle pressioni; profili laminari - Esempi e applicazioni varie; risultati sperimentali.
3. Moti incompressibili tridimensionali - Campo attorno a un solido di rotazione; esempi e applicazioni - Teoria dei vortici e applicazione allo studio delle superfici portanti - Ali di apertura finita, di grande e di piccolo allungamento: determinazione della distribuzione di portanza, dei coefficienti di portanza, di resistenza indotta, di momento - Esempi, applicazioni e risultati sperimentali - Influenza delle manovre di alettoni e ipersostentatori - Influenza dell'ala sui piani di coda.
4. Proprietà dei moti dei fluidi compressibili - Valori critici e di arresto delle varie grandezze - Discussione sull'esistenza di linee caratteristiche e loro proprietà - Equazione del potenziale di velocità.
5. Influenza della compressibilità nei moti subsonici; metodo di Prandtl-Glauert - Applicazioni allo studio del campo attorno a profili alari, solidi di rotazione, ali di allungamento finito.

6. Teoria lineare dei moti supersonici piani - Moti in condotti, getti, campi attorno a profili alari e determinazione delle loro caratteristiche aerodinamiche.
7. Teoria esatta dei moti supersonici piani. Riflessione della caratteristiche su pareti rigide e fluide e applicazioni - Onde d'urto e loro proprietà - Applicazioni varie e risultati sperimentali - Teoria di seconda approssimazione dei profili alari.
8. Moti supersonici tridimensionali - Campi attorno a solidi di rotazione e ali.
9. Cenni sui moti transonici e ipersonici.

IV ANNO

AERONAUTICA GENERALE

(Prof. ATTILIO LAUSETTI)

Esplorazione nell'Atmosfera - Troposfera e Stratosfera - Variazione della temperatura e della pressione con la quota.

Studio teorico dell'Atmosfera in riposo: atmosfera ideale isoterma, adiabatica, politropica - aria tipo internazionale.

Livellazione barometrica - Formula di Laplace - Riduzione di barogrammi in aria tipo.

Aerostato ideale a volume o a peso di gas costante - Plafond - Uso della zavorra - Dominio statico della quota - Regimi di pressione nell'interno dell'aerostato - Conseguenze delle variazioni di temperatura e di pressione sulla salita e discesa dell'aerostato.

Tipi di elicottero in uso: a un solo rotore, a due rotori, a reazione ecc. - Teoria elementare dell'elica sustentatrice - Potenze necessarie e disponibili nel volo verticale.

Il governo verticale, laterale e direzionale dell'elicottero.

Passo collettivo e passo ciclico del rotore.

Moto di flappingamento delle pale - Cerniera di flapping e di resistenza.

Volo rettilineo uniforme orizzontale o ascendente dell'elicottero - Potenze necessarie e potenze disponibili velocità massima, di massima salita e quota di tangenza in volo verticale - Diagramma riassuntivo delle caratteristiche di volo dell'elicottero.

Regimi di volo anormali - Discesa in regime vorticoso, a paracadute, a mulinello - Diagramma di Low - Diagramma di Haffner per lo studio dei regimi di discesa.

Forze e momenti aerodinamici - Polare dell'Ala - Polare del velivolo.

Equazione generali del moto uniforme del velivolo - Il volo librato - Polare delle velocità - Velocità limite - Velocità minima di sostentamento con e senza ipersostentatori - Spinte necessarie al volo - Caratteristiche di impiego del turboreatore - Caratteristiche di volo del turbogetto - Tempi di salita - Quota di tangenza teorica e pratica.

Potenze necessarie al volo a quota zero e alle diverse quote - Assetto di potenza minima e di minimo consumo chilometrico.

Il motore d'aeroplano - Variazione della potenza con la quota.

Geometria dell'elica - Calettamento - Passo geometrico ed aerodinamico - Avanzamento per giro - Formule di Rénard - Diagrammi dell'elica - Teoria impulsiva dell'elica - Teorema di Froude.

Potenze disponibili con elica a passo fisso e con elica a passo variabile a numero di giri costante - Coppia di reazione e coppia giroscopica dell'elica - Nomogramma di Eiffel - Nomogramma di Rith - Adattamento dell'elica al velivolo -

Turboelica - Potenze disponibili equivalenti - Determinazione sperimentale della Polare del velivolo dalle prove di volo.

Autonomia del velivolo ad elica in aria calma - Diagramma di utilizzazione - Momento di trasporto - Indice di consumo chilometrico - Influenza del vento sull'autonomia - Il volo ad efficienza costante - Diagramma di marcia.

Autonomia e durata dell'aviogetto - Determinazione sperimentale delle condizioni di autonomia massima - Il volo ad assetto costante.

Resistenze e trazioni durante la fase di rullaggio - Assetto ottimo di rullaggio - Spazio di decollo del velivolo terrestre - Atterramento su ostacolo - Mancato decollo - Norme ICAO sul decollo - Portanza e Resistenza idrodinamica degli scafi di idrovolante - Spazio e tempo di decollo dell'idrovolante.

Equilibrio e stabilità statica longitudinale del velivolo - Stabilità del tutt'ala, del senza coda e del velivolo normale con coda - Stabilità a comandi liberi e bloccati - Posizioni limiti posteriori e anteriori del baricentro - Momento di cerniera - Compensazione delle superfici mobili - Influenza dell'elica e delle prese d'aria sulla stabilità.

Effetto diedro - Momenti di rollio e imbardata dell'ala a diedro negli assetti devianti - Valutazione pratica dell'effetto diedro complessivo del velivolo.

Manovra degli alettoni - Velocità angolare di rollio a regime - Fase transitoria - Influenza della deformazione elastica dell'ala.

Velocità di inversione degli alettoni.

Stabilità e manovrabilità direzionale a comandi liberi e bloccati - Trazione asimmetrica.

Volo non uniforme nel piano di simmetria - Raggio Minimo di curvatura - Fattore di contingenza - Traiettorie ondulate di Lanchester - Diagramma di manovra ICAO.

Virata piatta - Virata corretta - Raggio minimo di curvatura - Momenti precessionali di inerzia nella virata - Instabilità pendolare - Instabilità spirale.

Il volo in aria agitata - Raffica istantanea - Raffica graduale - Rilievi sperimentali sulla raffica - Diagramma di raffica ICAO.

L'autorotazione e suo studio sperimentale - La vite - La velocità verticale di discesa - Caduta in vite - Equilibrio al beccheggio - Avvitamento simmetrico - Manovre per entrare ed uscire dalla vite - Esperienze su modelli in volo libero.

MACCHINE

(Prof. GIUSEPPE BUSSI)

Il Corso si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa. È integrato da esercitazioni sperimentali, grafiche e di calcolo per complessive 22 tornate circa.

Le esercitazioni consistono nell'impostazione di massima di un impianto di turbine a vapore; nel progetto di massima di una turbina tipo Curtis, di un turbocompressore centrifugo, di una ventola assiale; nel tracciamento del ciclo e della curva di potenza (variazione con la quota) di un motore alternativo aeronautico; nel disegno di sezione trasversale di motore alternativo.

Le esercitazioni di laboratorio prevedono il rilevamento della cubica di utilizzazione di un motore alternativo; della curva di potenza al variare della pressione di alimentazione e al limite della detonazione di un motore alternativo sovralimentato.

Sono in programma la visita al Laboratorio dell'Istituto di macchine e Motori per Aeromobili e la visita al Museo di Motori per Aeromobili presso il predetto Istituto.

Parte I — Impianti a vapore.

Ciclo degli impianti motori a vapore - Rendimento del ciclo ideale di Rankine - Mezzi per aumentare il rendimento del ciclo: vantaggi generici della condensazione, dell'aumento di pressione di vaporizzazione, del surriscaldamento - Cicli a rigenerazione.

Organizzazione complessiva delle turbine multiple a vapore - Regolazione - Condensazione e condensatori.

Parte II — Turboespansori.

Classificazione delle macchine a fluido - Motori termici - Alcune definizioni generali - Costituzione dei turboespansori e loro classificazione - Espressione del lavoro della turbina e triangoli delle velocità - Perdite caratteristiche delle turbine - Rapporto caratteristico di funzionamento - Proprietà dell'effluo dei fluidi compressibili - Entalpia, temperatura e pressione totali - Trasformazione dell'energia termica nelle turbine - Rendimento adiabatico e politropico - Ricupero e fattore di ricupero.

Turbina semplice assiale ad azione: condizioni ideali e perdite - Elemento assiale ad azione a salti di velocità - Turbine ad azione a salti di pressione - Elemento semplice assiale a reazione: condizioni ideali e perdite - Palette a profilo variabile - Limitazioni alle lunghezze minima e massima delle palette, alla velocità periferica, alla caduta elementare - Suddivisione della caduta entalpica totale - Linea media di espansione - Turbine radiali uni- e bi-rotative; centrifughe e centripete - Funzionamento in condizioni diverse da quelle di progetto - Caratteristica manometrica della turbina.

Parte III — Turbocompressori e turbopompe.

Classificazione - Lavoro richiesto per la compressione e variazione entalpica - Lavori minimi di compressione - Compressione frazionata interrefrigerata - Rendimento adiabatico e politropico - Controricupero - Coefficienti adimensionali - Compressore centrifugo a uno e più stadi: costituzione della macchina; elementi di progetto e calcolo - Compressore assiale: costituzione della macchina; studio uni- e bi-dimensionale; elementi di progetto e calcolo - Caratteristica manometrica dei turbocompressori: pompaggio e choking - Numero di giri caratteristico dei turbocompressori - Regolazione dei turbocompressori - Classificazione delle turbopompe in base al numero di giri caratteristico - Cavitazione.

Parte IV — Macchine termiche alternative.

Generalità e classificazione - Ciclo di lavoro; pressione media; perdite caratteristiche - Compressori volumetrici - Motori alternativi a combustione interna: studio dei cicli termodinamici - Studio sommario dei motori veloci e leggeri: particolari costruttivi della distribuzione, dei cilindri, incastellature, stantuffi, manovellismi - Lubrificazione - Avviamento - Tipi a due tempi - Disposizione dei cilindri a V e a stella - Studio sommario dei motori Diesel lenti e pesanti - Cenni sulla combustione nei motori Diesel - Cenni sugli apparati di iniezione dei motori Diesel.

Parte V — Studio particolareggiato del funzionamento del motore alternativo a combustione interna a carburazione.

Potenza e rendimento - Espressione della pressione media effettiva - Rendimenti organico e indicato - Perdite: per imperfetta combustione, per refrigerazione delle pareti, per strozzamento nelle luci - Riempimento dei cilindri e coefficiente di riempimento per i motori a quattro tempi: fenomeni di inerzia - Tenore dei gas residui nella miscela - Influenza della velocità sulla potenza - Caratteristica meccanica e regolazione - Applicazione del motore agli autoveicoli - Formule convenzionali

della potenza - Alimentazione forzata dei cilindri: compressore a comando meccanico e turbocompressore con utilizzazione parziale o totale dei gas di scarico - Prestazione del motore a quattro tempi con compressore a comando meccanico - Prestazioni del motore a quattro tempi con il turbocompressore a gas di scarico - Combustione normale e anormale: studio della detonazione - Carburanti liquidi e carburatore - Accensione a scintilla - Equilibramento: coppia di reazione, forze centrifughe, forze alterne di inerzia.

Parte VI — Motori alternativi d'impiego aeronautico.

Funzionamento e adattamenti alle quote atmosferiche - Motori senza compressore; alleggeriti; surcompressi - Motori con compressore a comando meccanico - Comportamento al variare della quota; al variare del numero dei giri; al variare della pressione d'alimentazione.

Motori con turbocompressore a gas di scarico - Utilizzazione totale e parziale dei gas - Comportamento al variare della quota.

Particolarità costruttive del motore alternativo aeronautico - Lubrificazione - Carburazione - Dosatura della miscela - Consumo specifico lungo diverse curve di utilizzazione a quota costante - Carburatore aeronautico a getti aspirati - Carburatore aeronautico ad iniezione - Refrigerazione dei cilindri a liquido e ad aria - Efficienza delle alette - Elementi di proporzionamento della alettatura.

COSTRUZIONI DI MACCHINE

(Prof. RENATO GIOVANNOZZI)

Materiali e loro caratteristiche. — Prove e caratteristiche dei materiali impiegati nella costruzione di macchine - Materiali metallici unificati - Ghise - Acciai comuni e speciali - Leghe del rame - Leghe leggere - Materiali artificiali - Gomma - Alcuni recentissimi materiali americani.

La resistenza dei materiali alle sollecitazioni alternate. — Le sollecitazioni di fatica - Vari sistemi di rappresentazione grafica della resistenza alla sollecitazione alternata - Gli elementi che influenzano la resistenza a fatica - Determinazione del grado di sicurezza per organi di macchine sottoposti a sollecitazioni alternate - Effetto d'intaglio: fattori di forma, di effetto d'intaglio, di sensibilità all'intaglio - Formula di Heywood - Recenti diagrammi americani per il calcolo dei fattori di effetto d'intaglio in numerosi casi d'intaglio - Viti e bulloni sollecitati a fatica - Lo smorzamento interno dei materiali - Macchine di prova per sollecitazioni alternate.

Lo scorrimento a caldo dei materiali metallici. — Generalità - Prove sotto carico a temperature elevate - Varie definizioni del carico limite di scorrimento - Caratteristiche di scorrimento delle leghe Nimonic.

Le ipotesi di rottura. — Sintesi dei vari criteri e loro applicazione per i vari casi di sollecitazione e per i vari materiali - La resistenza dei materiali alle sollecitazioni composte di fatica.

Diametri normali, numeri di Renard, tolleranze. — Tolleranze di lavorazione - Unificazione italiana - Unificazione ISA - Scelta degli accoppiamenti ISA.

La saldatura. — Processi di saldatura, giunti saldati, forme di saldatura e relative indicazioni - Resistenza delle saldature e prove relative - Efficienza - Calcolo statico e a fatica delle saldature - Norme italiane ed estere.

Collegamenti forzati a caldo e a freddo. — Modo di funzionamento dei collegamenti forzati - Effetto dell'applicazione di un carico esterno: formule analitiche

e rappresentazione grafica - Effetto di dilatazioni termiche e di cedimenti plastici in un collegamento forzato - Forzamento di un mozzo su un albero.

La chiodatura. — Norme legislative - Tipi di chiodatura - Modi di resistere delle chiodature a caldo e a freddo - Norme di dimensionamento e calcolo di verifica delle chiodature - Proposta di nuova regolamentazione dell'ANCC - Chiodature di apparecchi in pressione - Calcolo di resistenza statica e a fatica delle chiodature - Calcoli di chiodature correnti e di chiodature di piastre.

Chiavette longitudinali, tangenziali e trasversali - Linguette accoppiamenti scanalati - Dentature Hirth - Spine. — Analisi del funzionamento e calcolo delle chiavette e delle linguette - Tipi unificati di chiavette e di linguette - Unificazione e calcolo dei profili scanalati - Accoppiamenti scanalati per il collegamento dell'elica all'albero del motore in motori aeronautici - Accoppiamenti con profili ad evolvente.

Filettature, viti, bulloni ed accessori. — Filettature unificate - Sistemi di tolleranze per filettature metriche - Viti prigioniere - Viti e dadi di forme particolari - Chiavi di manovra - Chiavi dinamometriche - Rosette e piastrine di appoggio - Dispositivi contro lo svitamento spontaneo - Costruzione di viti, dadi ed accessori - Sollecitazioni di trazione - Sollecitazioni di torsione - Sollecitazioni di flessione - Effetti di intaglio e accorgimenti per combatterli - Calcoli di resistenza per le varie sollecitazioni semplici e composte - Limitazione delle deformazioni permanenti - Calcolo a fatica.

Molle. — Materiali impiegati nella costruzione delle molle - Calcoli dei vari tipi di molle: molle a balestra, molle a spirale, molle a elica cilindrica e conica - Molle ad anello, molle Belleville - Complessi di molle di torsione - Frequenze proprie delle molle ad elica e possibili effetti di risonanza.

Supporti e cuscinetti portanti e di spinta. — Parametri caratteristici del funzionamento di un supporto - Pressione specifica p e prodotto p_v ; valori ammissibili per i vari materiali nei vari casi - Materiali usati nei cuscinetti e loro caratteristiche - Determinazione delle forme più comuni di cuscinetti e supporti - Vari sistemi di lubrificazione - Ingrassatori, oliatori, unificazioni relative - Distribuzione del lubrificante sulla superficie attiva del cuscinetto - Mezzi per ridurre le perdite di lubrificante - Supporti per trasmissioni e unificazioni relative - Supporti e cuscinetti reggispinta - Reggispinta Michell - Varie realizzazioni costruttive.

Teoria della lubrificazione applicata ai cuscinetti di spinta e portanti. — Calcolo dei cuscinetti di spinta Michell - Coppia perno-cuscinetto di allungamento infinito - Calcoli approssimati secondo Bosch e Schiebel per la coppia di allungamento finito - Lubrificazione forzata di cuscinetti di spinta a pareti parallele.

Teoria di Hertz - Calcolo dei cuscinetti. — La teoria di Hertz per il contatto sotto carico di superficie curve - Sviluppi e applicazioni della teoria di Hertz - Applicazione ai contatti nei cuscinetti a rotolamento.

Cuscinetti a sfere e a rulli - Silent-blocchi. — Tipi principali di cuscinetti unificati e non unificati - Costruzione, montaggio, lubrificazione dei cuscinetti a sfere e a rulli - Cenni sull'impostazione di calcoli di resistenza a tempo - La scelta dei cuscinetti in base alle norme dei cataloghi - Caso di carico e velocità variabili - Tipi, dimensionamento, montaggio dei silent-blocchi.

Assi e alberi. — Carichi agenti sugli alberi - Verifiche di resistenza degli alberi - Effetto degli intagli e degli organi calettati a caldo - Limitazione delle deformazioni massime - Campate degli alberi di trasmissione.

Giunti rigidi. — A manicotto, a gusci, a viti, ad anelli, a dischi, a flange, ecc.

Giunti semielastici. — A piuoli con guarnizioni elastiche, a blocchi elastici, ecc.

Giunti elastici. — Giunti con cinghie di cuoio a cinghia continua e a maglie separate - Giunti a molle.

Giunti mobili. — Giunti di dilatazione, di Cardano, di Oldham.

Innesti. — Innessi a denti - Innessi a frizione - Teoria della manovra di innesto - Innessi assiali a disco, a doppio disco, a lamine, a dischi e a cono - Innessi radiali a ceppi interni, ad anello di espansione interno; innesto logaritmico - Colari di manovra - Innessi automatici - Innessi a forza centrifuga, di sopravanzamento, di slittamento - Dimensionamenti, calcoli di resistenza.

Freni. — Momento frenante - Tipi fondamentali di freni - Freni comandati ed automatici - Freni radiali a ceppi ed a ganasce - Pulegge, ceppi, leve, magneti - Freni a nastro semplice e differenziale - Particolari dei freni a nastro - Freni assiali - Arpionismi - Dimensionamenti, calcoli di resistenza.

IDRAULICA

(Prof. GIANNANTONIO PEZZOLI)

1. Premesse.

Oggetto dell'idraulica - Le proprietà fisiche dei fluidi (e in particolare dei liquidi) - Richiami di meccanica - Gli schemi usuali di liquido e di gas.

2. Prime applicazioni della meccanica ai mezzi fluidi.

Idrostatica - Azioni di liquidi in moto contro superficie solide - Reazioni di efflusso - Prime applicazioni del teorema della conservazione dell'energia.

3. Il moto dei liquidi con sole trasformazioni di energia e con dissipazioni localizzate.

Enunciato e dimostrazione del teorema di Bernoulli - Significato energetico - Estensione alle correnti - La fononomia elementare - Le luci a battente - Perdite di carico effettivo nelle tubazioni per brusche variazioni di sezione o direzione - Le trasformazioni di energia nel caso di un canale aperto - La fononomia elementare - Le luci a stramazzo - Le misure di portata.

4. Le resistenze distribuite - Moto laminare e moto turbolento.

5. La filtrazione.

Generalità - Legge di Darcy-Ritter - Il moto permanente nelle falde artesiane - Il moto permanente nelle falde a pelo libero - Il moto vario - Regime di sorgenti.

6. Le condotte in pressione (con resistenze distribuite).

Generalità - Risultati delle esperienze fondamentali - Le formule pratiche dell'idraulica - Regime permanente nelle condotte - Reti di condotte - Problemi di economia.

7. Il moto permanente nei canali scoperti.

Generalità - Moto uniforme - Generalità sul moto permanente in alvei prismatici - L'integrazione dell'equazione del moto permanente in alveo prismatico - Profili di rigurgito - Ulteriori osservazioni sul moto permanente.

8. Il moto vario.

L'equazione del moto - Il moto vario nei canali scoperti - Il moto vario nelle condotte in pressione (Colpo d'ariete).

9. Le equazioni generali dei liquidi perfetti e viscosi e le loro applicazioni idrauliche - Teoria dei modelli.

Le equazioni dei liquidi perfetti - Le equazioni dei liquidi viscosi - L'analisi dimensionale e la teoria dei modelli idraulici.

TECNOLOGIE AERONAUTICHE

(Prof. LUIGI LOCATI)

Parte Prima - Tecnologie dei materiali metallici.

Processi tecnologici fondamentali (particolari aspetti di questi processi nelle costruzioni aeronautiche).

Fonderia: tecniche di fusione e di colata - Requisiti dei getti - Struttura - Difetti - Controlli non distruttivi (raggi X) - Forma dei getti - Collaborazione fra progettista e fonditore - Valutazione del materiale e dei getti. - Controlli di qualità - Dispersione ed esame statistico.

Lavorazione plastica a caldo: deformazioni reticolari e strutturali - Effetti sulle caratteristiche del materiale - Particolari difficoltà per la fucinatura delle leghe leggere e delle superleghe - Estrusione - Difetti e controlli non distruttivi (controllo magnetico, ultrasuoni, penetranti).

Lavorazione plastica a freddo: effetti reticolari e strutturali - Incrudimento e ricristallizzazione.

Trattamenti termici: scopo e mezzi di trattamento - Distensione - Ricottura - Bonifica - Acciai - Leghe leggere - Leghe di rame - Trattamenti per arricchimento superficiale (cementazione, nitrurazione, carbonitrurazione).

Lavorazione per asportazione di truciolo: utensili, mole, carte abrasive, alterazioni superficiali prodotte dalla lavorazione - Metodi per la valutazione della lavorabilità - Geometria delle superfici - Finitura superficiale.

Processi tecnologici speciali.

Processi fusori: tecnica di fusione nel vuoto - Microfusione - Colata in guscio - Colata continua - Colata centrifuga.

Processi di formatura plastica: fucinatura di precisione - Formatura impulsiva (formatura esplosiva, ad impulso elettrico, ad azione magnetica).

Processi di deformazione superficiale: generalità - Pallinatura - Rullatura - Effetto sulla resistenza a fatica.

Pulitura delle superfici: sabbiatura - Granigliatura - Barilatura - Vapour blast.

Applicazioni tecnologiche degli ultrasuoni: in fonderia - Per la saldatura - Pulitura delle superfici - trapanatura ultrasonica.

Lavorazioni chimiche ed elettrochimiche: fresatura chimica - Elettroerosione - Elettrolevigatura.

Rivestimenti inorganici: galvanici - Materiali ferrosi - Leghe leggere - Leghe a base di magnesio.

Saldatura: applicazioni e definizioni - Saldatura autogena per fusioni - Saldatura autogena per resistenza - Processi di ricarica e di ricoprimento - Spruzzatura - Processi speciali - Saldatura elettronica.

Metallurgia delle polveri: generalità e scopo - Diversi processi tecnologici - Caratteristiche dei prodotti sinterizzati.

Materiali metallici usati nelle costruzioni aeronautiche.

Acciai: legati comuni, legati ad altissima resistenza, acciai maraging, legati inossidabili - Penetrazione di tempra - Trattamenti termici speciali.

Superleghe resistenti ad alta temperatura.

Leghe d'alluminio per getti, per fucinati e profilati.

Leghe di magnesio.

Leghe di titanio.

Indice di merito dei vari materiali.

Tecnologia dei principali elementi costruttivi.

Generalità - Cicli di lavorazione - Norme di produzione.

Organi per motori alternativi (albero a gomito, alberi scanalati, stantuffi, segmenti, valvole, molle ad elica, cuscinetti, ecc.) - Macchine ad operazione controllata.

Particolari dei motori a reazione: dischi, palette del compressore e della turbina, camere di combustione.

Componenti strutturali: pannelli integrali - Ritaglio e stampaggio lamiere (su gomma) - Formatura per adagiamento - Vari tipi di collegamento (rivetti, bulloni).

Pale d'elica: in lega leggera, in lamiera saldata.

Parte Seconda - Tecnologie dei materiali non metallici.

Materie plastiche.

Classificazione: termoindurenti e termoplastiche.

Tecnologie relative: stampaggio, estrusione, iniezione, colata.

Applicazioni speciali: guernizioni freno, tettucci, stampi in materiale plastico.

Adesivi: incollaggio metallo-metallo, nido d'ape.

Elastomeri.

Costituzione chimica.

Processi tecnologici.

Caratteristiche meccaniche e fisiche degli elastomeri.

Elementi per il calcolo di applicazioni antivibranti (sospensioni).

Tubi per conduzione fluidi ad altissima pressione.

Resistenza ambientale degli elastomeri.

Parte Terza - Resistenza dei materiali.

Resistenza « statica » - Forze crescenti sino a rottura - Resilienza.

Resistenza a fatica: leggi fondamentali - Criteri di calcolo - Requisiti di disegno - Processi per incrementare la resistenza a fatica.

Resistenza al carico insistente: leggi dello scorrimento viscoso (resistenza a caldo) - Rottura differita nel caso dei metalli e delle sostanze organiche (resistenza all'ozono).

Fenomeni di usura: usura abrasiva e adesiva - Erosione - Usura per fatica « fretting corrosion » - Valutazione dell'usura - Lubrificazione solida.

Resistenza alla corrosione: effetti di pile locali - Fenomeni di passivazione - Protezioni.

Resistenza ambientale degli elastomeri: rigonfiamento ai solventi.

V ANNO

MOTORI PER AEROMOBILI

(Prof. FEDERICO FILIPPI)

Parte I - Generalità sui propulsori aerospaziali.

Requisiti generali - Classificazione - Spinta, rendimento propulsivo, rendimento di conversione.

Parte II - Endoreattori chimici.

Classificazione - Endoreattore ideale, spinta, impulso specifico, coefficienti di spinta, velocità caratteristica - Effusore ideale - Variazione della spinta con la quota - Effusore reale: influenze della bidimensionalità del moto; effusori tipo Rao; perdite per attrito; strato limite e suo distacco; forme speciali di effusori; efflusso diabatico e trasmissione del calore alle pareti; variazione delle caratteristiche fisiche dei gas; riassociazione durante l'espansione; presenza di fasi condensate - Richiami di cinetica chimica - Calcolo della temperatura e composizione dei gas di combustione - Propellenti liquidi - Sistemi di alimentazione per pressurizzazione, con turbopompa e misti; problemi speciali delle turbopompe - Sistemi di iniezione, tipi costruttivi - Dimensionamento della camera di reazione - Instabilità di combustione di bassa ed alta frequenza - Tipi di propellenti solidi - Calcolo della pressione di equilibrio in camera - Forme del grano, sue proprietà meccaniche - Instabilità di combustione nei propellenti solidi - Refrigerazione delle pareti negli endoreattori a propellenti liquidi e solidi - Accensione, sequenza di avviamento - Regolazione della direzione e intensità della spinta - Cenni sugli endoreattori ibridi.

Parte III - Autoreattori.

Costituzione, parametri caratteristici, prestazioni - Diffusori subsonici e supersonici, funzionamento in condizioni di progetto e fuori progetto - Combustione negli autoreattori - Stabilizzazione della fiamma - Proporzionamento della camera di combustione, fenomeni di choking termico - Influenza dei parametri caratteristici sulle prestazioni di progetto - Prestazioni di un dato autoreattore al variare delle condizioni di volo - Regolazione della spinta - Sistemi di regolazione.

Parte IV - Turboreattori.

Costituzione, parametri caratteristici, prestazioni - Ciclo della turbina a gas equivalente - Influenza dei parametri caratteristici sulle prestazioni di progetto - Richiami sui turbocompressori - Camere di combustione - Regolazione - Variazione delle prestazioni con le condizioni di volo di un dato turboreattore - Accelerazione - Regolazione per variazione della sezione di afflusso - Turboreattori a doppio flusso: classificazione, prestazioni, funzionamento in condizioni non di progetto - Combustibili per turboreattori - Combustibili ad alta energia - Sistemi di iniezione - Polverizzatori - Circuiti di alimentazione combustibile e regolatori, descrizione dei tipi principali - Sistemi per l'aumento temporaneo della spinta: iniezione d'acqua, postcombustione; cenni su altri metodi.

Parte V - Turboeliche.

Costituzione, parametri caratteristici, prestazioni - Ripartizione ottima della potenza tra getto ed elica - Influenza dei parametri caratteristici sulle prestazioni di progetto - Comportamento al variare delle condizioni di volo, organizzazione meccanica, regolazione della potenza - Turboelica a uno e due alberi, con compressore unico e sdoppiato, elica a passo fisso e a passo variabile - Sistemi di regolazione - Tipi costruttivi - Avviamento, torsionometri.

Parte VI - Motori alternativi.

Requisiti, classificazione, tipi usati - Influenza della quota sulle prestazioni del motore semplice - Motori surcompressi e alleggeriti - Motori con compressore e sovralimentati - Motori con compressore a comando meccanico: p.m.e. alla quota di adattamento, variazione della potenza con la quota e il numero di giri, regolatori, curve di calibratura, compressori a più velocità e con cambio slittante - Motori con turbocompressore a gas di scarico ad utilizzazione parziale e totale - Calcolo della p.m.e. alla quota di adattamento - Cenni sulla variazione della potenza con

la quota e la velocità angolare - Compressori multipli, interrefrigerati, centralizzati - Refrigerazione del motore - Calcolo della quantità di calore da evacuare - Refrigerazione diretta - Proporzionamento delle alettature - Calcolo della temperatura media dei gas e delle pareti - Influenza della quota e della velocità di volo sul regime termico del motore - Capottature, schermi, deflettori - Motori con refrigerazione a liquido - Cenni sui radiatori - Refrigerazione ad alta temperatura e sotto pressione - Lubrificanti e circuiti di lubrificazione - Combustibili e carburazione: esigenze fondamentali e tipiche dell'impiego aeronautico - Dosatura, consumo specifico, curve di potenza alle diverse quote e velocità di rotazione - Carburatori a getti aspirati, descrizione dei tipi principali - Carburatori ad iniezione, principio di funzionamento e descrizione dei tipi principali - Iniezione diretta del combustibile entro i cilindri: vantaggi e sistemi di iniezione.

Il Corso si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa.

(Solo per V anno).

È integrato da esercitazioni pratiche, grafiche e di calcolo in un pomeriggio di ciascuna settimana e quindi per complessive 22 tornate circa. Le esercitazioni consistono nello studio e calcolazione di massima di un endoreattore a propellenti liquidi e relativo sistema di alimentazione, di un endoreattore a propellenti solidi, di un autoreattore, di un turboreattore senza e con postcombustione, di una turboelica, di un motore alternativo con compressore. Le esercitazioni di laboratorio prevedono la prova al banco di un endoreattore a propellenti liquidi, un endoreattore a propellenti solidi, un autoreattore, una turbina a gas, un motore alternativo sovralimentato.

COSTRUZIONI AERONAUTICHE

(Prof. PIETRO MORELLI)

Geometria e nomenclatura del velivolo e delle sue parti - Funzione delle diverse parti - Architettura del velivolo: esigenze che la definiscono.

Influenza delle caratteristiche geometriche e ponderali del velivolo sulle principali caratteristiche di volo.

Condizioni di carico in volo poste a base del progetto strutturale - Diagrammi V-n - Determinazione delle forze esterne che sollecitano il velivolo nel suo complesso e le sue varie parti.

Caratteristiche dei materiali aeronautici di impiego più corrente.

Richiami di Scienza delle Costruzioni e di Teoria dell'Elasticità con particolare riferimento alle strutture aeronautiche: Flessione - Taglio e Torsione di travi a sezione sottile aperta e chiusa.

Travi a pareti sottili resistenti al taglio e correnti resistenti assialmente, sollecitate a taglio e a flessione.

Cenno sui fenomeni di instabilità elastica nei pannelli piani compressi nel loro piano e nei pannelli soggetti a forze tangenziali distribuite sul contorno.

Cenno sui fenomeni di instabilità locale e sulla instabilità torsionale delle aste, a sezione aperta sottile, compresse.

Cenno sul campo di tensione diagonale nei pannelli piani sollecitati tangenzialmente sul contorno, e sulle sollecitazioni conseguenti negli elementi di riquadro.

L'ala: longheroni, centine, rivestimento - Diversi tipi di strutture alari - Attacchi - Alettoni, ipersostentatori, freni aerodinamici - Serbatoi sganciabili - Diversi tipi di installazioni antighiaccio.

Fusoliera: fusoliere reticolari, a guscio, a falso guscio, geodetiche - Collegamento ala-fusoliera.

Impennaggi: diverse forme e posizioni - Compensazione aerodinamica - Equilibramento statico e dinamico delle superfici mobili - Strutture.

Organi di comando: trasmissioni rigide e flessibili - Servocomandi e comandi assistiti - Particolari di progetto e di costruzione.

Apparato propulsore: propulsori ad elica (castello motore, tubazioni di scarico e di alimentazione, impianti di utilizzazione dei gas di scarico, refrigerazione, lubrificazione, capottature) - Propulsori a reazione (castello motore, prese d'aria, impianti di refrigerazione e lubrificazione, razzi a liquido e a polvere, razzi per la propulsione normale e loro installazione, razzi per il decollo assistito) - Installazioni varie (impianto combustibile, comandi, avviamento).

Organi per l'involo e l'arrivo: galleggianti e scafi (caratteristiche idrodinamiche, stabilità in acqua, realizzazione strutturale) - Carrelli (architettura, la ruota orientabile, comportamento al rullaggio, ruote e pneumatici, freni, ammortizzatori, lo « shimmy », carrelli fissi e retrattili: dispositivi di retrazione).

Cabina di pilotaggio: installazione degli strumenti e dei comandi.

Impianti oleodinamico ed elettrico.

Cabina dei passeggeri: disposizione interna, arredamento - Condizionamento dell'aria (fisiologia del volo in quota, inalatori, cabina stagna in pressione, ventilazione, riscaldamento e refrigerazione, particolarità costruttive delle cabine stagne, isolamento termico) - Insonorizzazione.

Armi e armamento.

GASDINAMICA

(Prof. GIOVANNI JARRE)

Richiami di termodinamica, aerodinamica e teoria cinetica dei gas - Bilanci di massa, quantità di moto ed energia per fluidi perfetti e per fluidi reali - Bilancio entropico e cenni di termodinamica dei processi irreversibili.

Correnti libere: getti, scie e zone di miscelamento; instabilità del regime laminare e fenomenologia del regime turbolento.

Resistenza di attrito e di forma - Teoria elementare dello strato limite laminare e turbolento; profili di velocità e leggi di resistenza - Effetti di accelerazione e decelerazione, di aspirazione e suffiatura, di riscaldamento e raffreddamento - Effetto della rugosità superficiale.

Fenomeni aerotermodinamici: il riscaldamento aerodinamico ad alta velocità; lo strato limite termico; l'analogia di Reynolds fra attrito e trasmissione termica e sue estensioni - I transistori aerotermodinamici: richiami sui fenomeni di conduzione permanente e non permanenti; lo shock termico.

Effetti dell'irraggiamento termico: temperature dei pianeti e di satelliti artificiali; refrigerazione per irraggiamento alle alte temperature prodotte per attrito.

Aerotermodinamica delle miscele: richiami sull'aria umida e sul raffreddamento evaporativo; analogia di Colburn fra attrito, trasmissione termica e scambio di massa: estensione alle alte velocità; raffreddamento per ablazione nel rientro atmosferico dallo spazio.

Aerotermodinamica: leggi dell'equilibrio chimico e cenni di cinetica chimica in fase gassosa; studio della dissociazione e della ionizzazione prodotte per urto o per attrito, alle velocità ipersoniche.

Moti unidimensionali non permanenti o non isoenergetici: onde di espansione di compressione; teoria e tecnica del tubo d'urto; onde di condensazione, di deflagrazione e di detonazione.

Metodi sperimentali della gasdinamica.

PROGETTO DI AEROMOBILI

(Prof. GIUSEPPE GABRIELLI)

Classificazione dei veicoli e dei missili - Motopropulsione - Sostentazione. — I veicoli ed i missili - Veicoli a decollo ed atterramento verticale e corto - I sistemi di motopropulsione dei veicoli - I sistemi di sostentazione dei veicoli.

Potenza e velocità indotte nei sistemi di sostentazione - Consumi specifici. — Introduzione - I sistemi operatori rotanti a punto fisso - Le ali diritte in volo orizzontale uniforme - Valori teorici di $\frac{H_{imin}}{P}$ di alcuni velivoli convenzionali e VTOL - Consumo specifico ideale minimo ed effettivo dei velivoli VTOL e degli elicotteri in hovering.

La potenza specifica e la velocità massima dei veicoli. — Introduzione - Procedimento seguito - Resistenza o forza trattiva specifica - Veicoli marini - Veicoli terrestri - Veicoli aerei - Veicoli viventi - Veicoli con rimorchio - Discussione generale.

Espressioni e denominazioni delle forze aerostatiche ed aerodinamiche. — Forza totale e forza aerodinamica - Forza totale, portanza e resistenza in funzione delle azioni superficiali unitarie normali e tangenziali - Resistenza di pressione e di attrito (criterio geometrico) - Espressioni della spinta e della portanza aerostatica - Espressioni della forza compressiva in base al teorema della quantità di moto - Caso del flusso bidimensionale - Resistenza di scia, d'onda e indotta (criterio energetico) - Resistenza per separazione e di forma - Resistenza di profilo o di sezione delle ali - Resistenza parassita e « strutturale » dei velivoli - Il valore minimo della resistenza indotta per un'ala di allungamento finito - La potenza indotta negli aeromobili a sostentazione per « portanza » aerodinamica ed a « getto ».

Le polari dei velivoli. — Premessa - Polari di « forma » e polari « effettive » - Proprietà generali delle polari « effettive » e prestazioni dei velivoli - La polare parabolica con esponente $n = 2$ - La polare parabolica con esponente n qualsiasi.

Resistenza effettiva e resistenza minima ideale dei velivoli. — Introduzione - Il calcolo della resistenza di attrito sulle superfici aerodinamicamente lisce - Il calcolo della resistenza minima di attrito di un velivolo - Il calcolo della resistenza minima indotta di un velivolo - Il calcolo della resistenza minima ideale e del fattore di bontà aerodinamica.

Le esperienze sui modelli e le leggi di similitudine aeronautica. — Introduzione - Principio di omogeneità ed analisi dimensionale.

Teoria ed applicazione dei modelli strutturali - L'indice di carico strutturale. — Introduzione - La legge di similitudine strutturale - L'indice di carico strutturale - Espressioni della tensione media di rottura in funzione dell'indice di carico strutturale per i montanti a sezione costante che cedono per instabilità primaria - Formule per la determinazione del carico a rottura di montanti a sezione costante compressi assialmente che cedono per instabilità primaria (nel campo elastico o plastico) - L'indice di carico strutturale applicato ai tubi sottili ed ai pannelli curvi compressi irrigiditi longitudinalmente oppure non che cedono per instabilità secondaria (cedimento locale) - L'indice di carico strutturale applicato ai pannelli rettangolari piani compressi - L'indice di carico strutturale applicato ai tubi tondi « sottili » soggetti a torsione.

Teoria ed applicazione dei modelli in similitudine dinamica. — La legge di similitudine dinamica - Applicazioni alle correnti fluide - I modelli dinamici - I modelli di scafi - I modelli per prove di sgancio.

Indice del peso ed indice di bontà di alcuni montanti compressi. — Introduzione - L'indice del peso e l'indice di bontà delle strutture a rottura - Cedimento per

compressione semplice - Cedimento per instabilità globale elastica (euleriana) - Cedimento per instabilità locale elastica (spessori sottili) - Cedimento per contemporanea instabilità elastica globale e locale (spessori sottili) - Cedimento per instabilità globale nel campo intermedio (spessori sottili).

Teoria e pratica nel progetto delle giunzioni rivettate. — Premessa - Materiali per rivetti - Forme e dimensioni dei rivetti e loro designazione - Tipi di sedi per rivetti a testa svasata - Comportamento sotto carico dei giunti rivettati - Teoria elementare delle giunzioni con rivetti a testa tonda - Estensione della teoria elementare al caso dei rivetti a testa svasata - Rappresentazione grafica adimensionale dei risultati di prove su giunti rivettati - Regole pratiche per il proporzionamento dei giunti.

Carichi e fattori di carico. — Tensioni di lavoro - Coefficienti e carichi: di contingenza, di elasticità, di robustezza (o di progetto), di rottura - Coefficienti o fattori di sicurezza - Fattore di riserva e margine di sicurezza - Regolamento di navigabilità degli aeromobili.

PARTE SECONDA E NAVIGAZIONE

COSTRUZIONE DI MOTORI PER AEROMOBILI

(Prof. RENZO CIUFFI)

Motori aeronautici alternativi. — Tipi - Architettura - Caratteristiche - Esame particolareggiato di alcuni motori - Condizioni di carico - Sollecitazioni statiche e di fatica - Dimensionamento e verifica degli organi principali (bielle, pistoni, alberi a gomito, fasce elastiche, valvole, molle, ecc.).

Motori a getto. — Tipi - Caratteristiche - Esame particolareggiato di alcuni motori - Condizioni di carico - Sollecitazioni statiche e dinamiche - Dimensionamento e verifica degli organi principali - Organi di regolazione - Problemi speciali di proporzionamento degli organi aeronautici.

Velocità critiche flessionali - Impostazione matematica del problema - Metodi di determinazione delle velocità critiche flessionali dei vari ordini.

Oscillazioni torsionali. — Riduzione delle masse e delle elasticità - Alberi in serie e in derivazione - Caso dei rotismi epicicloidali - Determinazione delle frequenze proprie - Metodo numerico generale - Metodo di Biot e di Grammel - Momenti eccitatori dovuti alle pressioni e alle forze d'inerzia - Analisi armonica - Esame delle possibilità di risonanza - Determinazione delle sollecitazioni in condizioni di risonanza.

Teoria dello smorzatore dinamico semplice - Fattore di amplificazione, ampiezza delle oscillazioni - Studio delle condizioni di risonanza - Teoria dello smorzatore dinamico pendolare per un sistema con un solo volano - Effetto sopra una data armonica di un pendolo sintonizzato o non sintonizzato - Quadro delle possibilità di risonanza; varie rappresentazioni grafiche - Equivalenza fra pendolo matematico, pendolo Wright, pendolo fisico - Cenno su altri tipi di pendolo - Caso di un albero con un numero qualsiasi di volani e smorzatori pendolari.

Dischi rotanti. — Calcolo delle sollecitazioni centrifughe e termiche con vari metodi - Scomposizione in tronchi a spessore costante - Scomposizione in tronchi con spessore variabile linearmente - Le tabelle calcolate nel Politecnico ed il loro impiego - Calcolo del disco a peso specifico fittizio (palettatura) variabile lungo il raggio - Il problema del disco rotante elastoplastico - Le relazioni fra tensioni e scorrimenti plastici - Procedimento numerico di Millenson e Manson - Gli scorrimenti plastici come distorsioni sovrapposte alle deformazioni elastiche - Cenni su possibili calcoli basati su tale concetto.

Ingranaggi cilindrici e conici a denti diritti ed obliqui. — Calcolo delle dentature corrette dei vari tipi - Calcoli di resistenza delle dentature - Problemi relativi al calcolo degli ingranaggi ad alta velocità.

Geometria ed elasticità delle palette. — Determinazione della linea elastica - Effetto della forza centrifuga sulle sollecitazioni di flessione - Teoria del solido svergolato.

Problemi di vibrazione. — Vibrazione dei dischi - Vibrazione delle palette - Armoniche eccitatrici - Effetti di risonanza - Interpretazione delle indicazioni sperimentali - Alcuni risultati sperimentali - Metodi generali di calcolo delle frequenze proprie - Metodi di iterazione - Metodi analitici (Rayleigh, Galerkin, Grammel) - Applicazione alle frequenze flessionali e torsionali delle palette - Calcolo dell'effetto della forza centrifuga sulle loro frequenze flessionali.

A scelta:

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

A scelta:

SISTEMI DI GUIDA E NAVIGAZIONE

(Prof. GIOVANNI VILLA)

Il corso è stato articolato sulle seguenti due parti principali, che sono state svolte tenendo presente il particolare indirizzo aeronautico degli allievi:

1^a parte: *Telemetria.*

2^a parte: *Guida e navigazione.*

Ciascuna di esse è stata a sua volta così suddivisa:

1^a PARTE: RADIOTELEMETRIA

1.1. TRASDUTTORI.

- 1.1.1. *Trasduttori di grandezze meccaniche in grandezze elettriche, come richiesto dal sistema di telemetria.*
- 1.1.2. *Elementi sensibili dei trasduttori di tipo passivo: a resistenza (Strain Gages), Capacità, Induttanze.*
- 1.1.3. *Elementi sensibili dei trasduttori di tipo attivo - Cristalli piezo-elettrici - Coppie termo elettriche - Vari; meno noti.*
- 1.1.4. *Risposta Dinamica dei trasduttori e loro funzione di trasferimento.*
- 1.1.4.1. *Trasduttori paragonabili ad un sistema con « semplice cost. di tempo ».*
- 1.1.4.2. *Trasduttori paragonabili ad un sistema oscillatorio a 1 grado di libertà (senza e con smorzamento).*

1.1. MODULAZIONE E CODIFICAZIONE.

- 1.2.1. « Noise »: sua natura e sua influenza sulla Capacità di informazione.
- 1.2.2. *Sistemi campionati* e loro capacità di informazione.
- 1.2.3. *Modulazione* di Ampiezza, Frequenza, Fase.
- 1.2.4. *Modulazione* per Impulsi nei vari modi di codificazione.
- 1.2.5. « *Multiplexing* » (nel tempo e nella frequenza) - Doppio multiplexing.

1.3. APPARATI E METODI.

- 1.3.1. *Sistemi* riceventi e trasmettenti (Cenni).
- 1.3.2. *Sistemi* di registrazione (oscillografi).
- 1.3.3. *Capacità* dei vari metodi di telemetria con particolare riguardo al rapporto Segnale/Disturbo.

2ª PARTE: GUIDA E NAVIGAZIONE

2.1. GENERALITÀ.

- 2.1.1. *Problemi generali* e necessità pratiche.
- 2.1.2. *Metodi di Guida* e loro possibilità allo stato attuale della tecnica (velivoli - loro caratteristiche - traffico aereo).
- 2.1.3. *Futuri sviluppi*.

2.2. METODI PER LA DETERMINAZIONE DI UNA DIREZIONE.

- 2.2.1. *Radio fari* convenzionali - Radio goniometri.
- 2.2.2. « *Radio Range* ».
- 2.2.3. *Consol e Consolan*.
- 2.2.4. *V.O.R.* (Visual Omni Range).

2.3. METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA DISTANZA - Sistemi Ro-Teta.

- 2.3.1. *D.M.E.* (Distance Measuring Equipment).
- 2.3.2. *Tacan*.
- 2.3.3. *Navarno*.

2.4. METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA POSIZIONE A CRIGLIE DI LINEE IPERBONICHE.

- 2.4.1. *Loran e Loran C*.
- 2.4.2. *Decca*.
- 2.4.3. *Altri metodi*.

2.5. METODI AUTOSUFFICIENTI PER LA DETERMINAZIONE DELLA POSIZIONE.

- 2.5.1. *Doppler*.
- 2.5.2. *PHI* (position homing indicator) e similari.

2.6. METODI GIROSCOPICI ED INERZIALI PER LA DETERMINAZIONE DELLE POSIZIONI.

- 2.6.1. *Giroscopi*.
- 2.6.2. *Pendolo* di Schuler.
- 2.6.3. *Accelerometri*.
- 2.6.4. *Piattaforme stabili*.
- 2.6.5. *Sistemi inerziali*.

2.7. SISTEMI DI REALIZZAZIONE DELLA GUIDA.

- 2.7.1. *Parametri principali* e necessità pratiche.
- 2.7.2. *Auto pilota* sue caratteristiche e funzioni di trasferimento.
- 2.7.3. *Attuatori* caratteristiche, funzioni di trasferimento e realizzazioni pratiche.

2.8. METODI DI NAVIGAZIONE.

- 2.8.1. *Cartografia.*
- 2.8.2. *Rotte e curve di guida.*
- 2.8.3. *Sistemi automatici di navigazione e computeri relativi.*
- 2.8.4. *Problemi di navigazione e guida per la missilistica.*

2.9. GUIDA DI VELIVOLI ALL'ATTERRAGGIO.

- 2.9.1. *I.L.S. (instrument landing system).*
- 2.9.2. *G.C.A. (ground controlled approach).*
- 2.9.3. *Altri sistemi possibili in futuro.*
- 2.9.4. *Radar: di assistenza al volo, di localizzazione (Cenni).*

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA CHIMICA

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. P. CICALA)

Lo stato di deformazione. — Le sei componenti di deformazione e loro relazioni con gli spostamenti - Condizioni di congruenza - Cambiamento di riferimento.

Lo stato di tensione. — Componenti di tensione - Condizioni di equilibrio - Cambiamento di riferimento - Tensioni principali - Cerchi di Mohr.

Lavori virtuali. — Lavoro interno e lavoro esterno - L'equazione dei lavori virtuali - Suo uso con spostamenti o forze virtuali.

Corpo elastico. — Relazioni generali d'elasticità lineare - Conseguenze della reversibilità - Teorema di reciprocità di Betti - Lavoro di deformazione ed energia potenziale elastica - Teoremi sul lavoro di deformazione (Clapeyron, Castigliano, Menabrea) - Il corpo elastico isotropo: costanti elastiche - Limiti di elasticità e deformazioni plastiche - Teorie sui limiti di elasticità e di resistenza; loro rappresentazione nello spazio delle tensioni principali e nel piano di Mohr.

Teoria di St. Venant — Soluzione del problema elastico nel cilindro omogeneo.

Trazione (o compressione) e flessione. — Sforzo assiale, flessione retta e deviata, sollecitazioni combinate - Asse neutro - Nocciolo - Riferimento ad assi non principali - Sezione eterogenea - Sezione parzializzata - Calcolo delle tensioni sulla sezione di calcestruzzo armato.

Torsione. — Tensioni e deformazioni nel caso di sezioni circolari - Torsione della sezione rettangolare allungata, con estensione alle sezioni sottili aperte - Sezioni cave: calcolo di tensioni e deformazioni.

Taglio. — Relazione fra flussi di tensioni tangenziali e sforzi di flessione - Sezioni simmetriche - Sezioni sottili aperte - Centro di taglio.

Teoria delle travi nell'applicazione tecnica. — Il principio di St. Venant - Le sollecitazioni combinate: tensioni ideali - Lavoro di deformazione nella condizione generale di carico.

Sistemi reticolari. — Diagrammi di Cremona, sezioni di Ritter, metodo dell'asta sostituita - Deformazioni delle travature reticolari - Diagrammi di Williot.

Sistemi piani di travi. — Vincoli - Schemi sostatici: procedimenti di risoluzione - Analisi delle deformazioni: relazioni generali, caso della trave diritta, equazione della linea elastica e relativa risoluzione - Sistemi iperstatici: risoluzione col metodo degli sforzi incogniti - Linee d'influenza di spostamenti - Linee d'influenza di sforzi nei sistemi isostatici - Linee d'influenza di sforzi nei sistemi iperstatici - Deformazioni anelastiche.

Travi in condizioni generali di carico. — Vincoli nello spazio - Schemi isostatici o iperstatici spaziali - Uso dell'equazione dei lavori nel calcolo delle deformazioni.

Il carico di punta. — Analisi schematica dell'instabilità elastica - Presso flessione della trave di sezione costante - Carico critico nelle varie condizioni di vincolo - Le aste di piccola snellezza: espressioni semiempiriche del carico critico e teoria di Engesser-Shanley.

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(Prof. ARIO ROMITI)

Definizioni principali.

Membri - Coppia cinematica, elementi cinematici, superfici coniugate - Coppie cinematiche indipendenti - Coppie cinematiche dipendenti - Accoppiamenti di forza - Tipi di contatto tra le superfici coniugate di una coppia - Coppie rigide elementari - Coppie superiori - Catene cinematiche - Meccanismi.

Cinematica applicata.

Moto piano.

Leggi ed equazioni fondamentali della cinematica piana.
Superfici coniugate delle coppie rigide piane.
Problemi tipici della cinematica delle coppie rigide e dei meccanismi piani.
Sistemi articolati.
Sistemi articolati piani.
Quadrilatero articolato piano.
Applicazioni del quadrilatero articolato piano.
Applicazioni cinematiche del quadrilatero articolato - Piastre rotanti - Eccentrico di seconda specie.
Meccanismi derivati dal quadrilatero: il manovellismo ordinario.
Varie forme di manovellismo - Meccanismi di comando a rapido ritorno.
Studio cinematico dei manovellismi.
Meccanismi cinematicamente equivalenti a manovellismi - Eccentrico di prima specie con camma policentrica.
Meccanismi cinematicamente equivalenti a manovellismi a glifo rotante.
Sistemi articolati non scomponibili o riducibili a quadrilateri articolati.
Sistemi piani non riducibili a sistemi articolati.

Problemi inversi.

Determinazione delle polari, assegnata la legge del moto relativo.
Applicazione al problema delle piastre (o leve) rotanti.
Tracciamento dei profili coniugati - Caso in cui uno dei profili è un semplice punto - Rolletta.

Problema inverso sulle rollette.
Applicazione: il problema inverso per l'eccentrico di prima e di seconda specie;
tracciamento del contorno della camma.

Tracciamento dei profili coniugati nel caso generale: metodo dell'involuppo.

Tracciamento dei profili coniugati: metodo delle normali.

Strisciamento tra i profili coniugati.

Tracciamento indipendente dei profili coniugati.

Metodi degli epicicli: tracciamento dei profili coniugati come traiettorie di un punto.

Metodo degli epicicli; tracciamento dei profili coniugati come involuppi di linee.

Interferenza.

Geometria delle ruote dentate cilindriche.

Definizioni fondamentali.

Linea di ingranamento - Arco d'azione.

Angolo di pressione.

Profili dei denti.

Dentature a profilo cicloidale.

Tracciamento dei profili cicloidali.

Linea di ingranamento e arco d'azione.

Strisciamento dei profili coniugati.

Contatti anormali delle dentature cicloidali.

Influenza del diametro dell'epiciclo sulle proprietà della dentatura.

Numero minimo dei denti nelle ruote dentate con profili cicloidali.

Ruote dentate modulari - Norme modulari.

Ruote dentate speciali.

Ruote dentate con profili ad evolvente di cerchio.

Tracciamento dei profili.

Caratteri geometrici delle dentature ad evolvente.

Arco di ingranamento.

Interferenza nelle dentature ad evolvente - Caso delle ruote esterne.

Interferenza nelle dentature ad evolvente - Caso delle ruote interne.

Relazione tra minimo numero di denti e angolo di pressione.

Dentature a cerchi spostati (o corrette).

Ruote cilindriche a denti elicoidali.

Ruote a dentature diritte e ruote a gradini.

Ruote di Hooke senza strisciamento.

Ruote cilindriche a denti elicoidali: vantaggi che esse presentano.

Passo frontale - Passo assiale - Sfasamento delle ruote dentate a denti elicoidali.

Generazione della superficie attiva dei denti delle ruote cilindriche a denti elicoidali.

Luogo dei punti di contatto istantaneo di due denti coniugati nelle ruote cilindriche a denti elicoidali.

Proporzionamento delle ruote dentate a denti elicoidali.

Moto sferico.

Leggi ed equazioni fondamentali della cinematica dei sistemi rigidi, o costituiti da membri rigidi, con un punto fisso.

Profili coniugati e superfici coniugate delle coppie rigide sferiche.

Problemi tipici della cinematica delle coppie sferiche e dei meccanismi corrispondenti.

Problemi diretti.

Problemi inversi.

Determinazione della poloide e della erpoloide e dei profili coniugati corrispondenti ad una data legge del moto relativo.

Studio geometrico-cinematico delle ruote coniche.

Determinazione dei coni primitivi di una coppia di ruote coniugate coniche. Velocità di strisciamento dei profili coniugati - Ruote coniche di frizione e ruote coniche dentate - Coni complementari.

Tracciamento di profili coniugati.

Profili sferici cicloidal.

Profili sferici ad evolvente.

Coseni direttori della retta d'azione della normale alla superficie dei denti.

Tracciamento approssimato dei profili dentati.

Procedimento di taglie delle ruote coniche.

Ruote coniche con asse-dente curvo.

Asse-dente ad inclinazione costante - Dentature Gleason, Bilgram e Kingelnberg. Generazione della superficie attiva dei denti delle ruote coniche ad asse-dente curvilineo.

Passo frontale e passo circonferenziale per le ruote coniche con denti ad asse curvo.

Moto rigido generale.

Leggi fondamentali per la cinematica per i moti rigidi generali.

Problemi diretti.

Trasmissione del moto rotatorio tra assi sghembi con ruote cilindriche a denti elicoidali.

Trasmissione del moto rotatorio tra assi sghembi con ruote coniche ad asse curvilineo.

Problemi inversi.

Determinazione delle superfici coniugate corrispondenti a una data legge del moto relativo - Metodo dell'inviluppo.

Generazione delle superfici coniugate per mezzo di una superficie ausiliaria.

Esempio di applicazione del metodo dell'inviluppo - Vite senza fine-ruota elicoidale.

Esempio di applicazione del metodo della superficie ausiliaria - Ruote ipoidali; ruote iperboliche.

Dinamica applicata.

Classificazione delle forze operanti nelle macchine.

Forze agenti degli accoppiamenti.

Elementi da cui dipendono le forze agenti negli accoppiamenti.

Forza di contatto per contatto puntiforme (o lineare); caso dell'attrito nullo.

Forza di contatto puntiforme (o lineare) di strisciamento: attrito non nullo (per superfici asciutte).

Forza di contatto per coppie rigide (a contatto di strisciamento; superfici coniugate asciutte) - Coppia rotoidale (contatto lineare).

Coppia elicoidale.

Coppie rigide superiori (contatto lineare o puntiforme).

Azione di contatto per contatto superficiale (attrito tra superfici asciutte) - Ipotesi di Reye.

Legge di ripartizione della pressione di contatto, per una coppia rotoidale cilindrica portante secondo l'ipotesi di Reye - Determinazione dell'azione risultante.

Freni a tamburo.

Legge di ripartizione della pressione di contatto per una coppia rotoidale portante-spingente secondo l'ipotesi di Reye.

Freni a dischi.

Legge di ripartizione della pressione al contatto per una coppia rotoidale spingente secondo l'ipotesi di Reye - Applicazione al freno a cono di frizione.

Forze di contatto per coppie costituite da un membro rigido e un membro flessibile.

Organi flessibili usati nelle macchine.

Notizie sulle funi.

Notizie sulle cinghie.

Notizie sulle catene.

Trasmissioni con funi o con cinghie - Richiamo delle equazioni fondamentali della dinamica dei flessibili (per le funi e per le cinghie).

Legge di variazione della tensione lungo il tratto avvolto sulla puleggia (per una cinghia o una fune).

Scorrimento globale e scorrimento elastico - Arco di aderenza (o arco ozioso). - Potenza dissipata dall'attrito nell'accoppiamento flessibile: puleggia.

Curva funicolare dei rami liberi e legge di variazione della tensione lungo essi (per condizione di funzionamento a regime).

Determinazione della tensione in una sezione generica del flessibile - Determinazione della coppia limite (sull'asse di una puleggia) o della velocità angolare limite per scorrimento globale.

Rigidezza delle funi e dei cingoli elastica e anelastica.

Cinematica e dinamica delle trasmissioni con catene.

Rigidezza delle catene.

* Altra applicazione dei flessibili: paranchi.

Teoria elementare della lubrificazione.

Forze di contatto per coppie costituite da membri rigidi con contatto di strisciamento: attrito tra superfici lubrificate.

Atto di moto di un fluido - Velocità di deformazione.

Stato di tensione di un fluido in moto.

Coefficienti di viscosità - Viscosità cinematica.

Coppia prismatica lubrificata - Lubrificante liquido - Teoria elementare di Reynolds e Michell.

Coppia prismatica lubrificata: caso in cui entrambe le superfici coniugate sono piane.

Variazione della temperatura del meato - Equazione dell'energia.

Coppia prismatica lubrificata; influenza della variazione della viscosità e della densità lungo il meato per meato di spessore costante.

Influenza dell'allungamento finito del pattino.

Coppia rotoidale portante lubrificata - Fluido incompressibile.

Teoria elementare di Sommerfeld - Cuscinetto completo.

Cuscinetto parziale.

Influenza della variazione della temperatura del lubrificante ed influenza dell'allungamento finito del perno.

Perno con carico dinamico.

Coppia rotoidale spingente lubrificata - Fluido incompressibile.

Lubrificazione limite - Attrito epilaminico - Attrito combinato.

Coppie rigide elementari piane lubrificate - Lubrificante gassoso.

Lubrificazione idrostatica.

Lubrificazione con fluido non newtoniano.

Forza di contatto per coppie costituite da membri rigidi con contatto di rotolamento.

Coppie di attrito.

Deformazione dei membri solidi prodotta dall'azione mutua di contatto - Caso statico - Formule di Hertz.

Parametro di attrito volvente conseguente all'irregolarità delle superfici coniugate.

Applicazioni: cuscinetti a rotolamento.

Esempi di determinazione delle reazioni vincolari con attrito radente e volvente.

Forze d'inerzia.

Forza d'inerzia risultante.

Momento risultante delle forze d'inerzia.

Lavoro delle forze d'inerzia.

Equazioni fondamentali della dinamica.

Principio di d'Alambert.

Equazioni cardinali della dinamica.

Equazione dell'energia.

Applicazione dell'equazione dell'energia nello studio dinamico delle macchine.

Equazioni del moto di un sistema di massa variabile.

Il principio dei lavori virtuali - L'equazione simbolica della dinamica.

Equazioni di Lagrange.

Analogia tra sistemi meccanici e sistemi elettrici.

Realizzazione di modelli analogici per sistemi lineari - Equazioni di Lagrange per i sistemi elettrici.

Sistemi elettromeccanici - Equazione di Lagrange per sistemi elettromeccanici.

Principi variazionali in meccanica.

Metodi variazionali - Metodo di Reyleigh-Ritz.

Contatto d'urto - Equazioni generali della teoria dell'urto.

Teorema di Carnot.

Sistemi di controllo.

Descrizione dei sistemi di controllo.

Analisi dei sistemi di controllo.

Gli organi dei sistemi di controllo.

I principali modi di controllo.

Le tecniche di controllo.

Stabilità dei sistemi di controllo lineari.

Stabilità dei sistemi di controllo non lineari.

Problemi di compensazione e di ottimo.

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

CHIMICA APPLICATA

(Prof. CESARE BRISI)

Acque industriali. — Analisi chimica delle acque - Durezza temporanea e permanente - Eliminazione della durezza con i metodi alla calce-soda e al fosfato trisodico - Permutiti - Fragilità caustica - Metodi industriali di distillazione dell'acqua: evaporatori a multiplo effetto, termocompressione - Deionizzazione dell'acqua mediante resine scambiatrici di ioni.

Acque potabili. — Criteri chimici di potabilità - Potabilizzazione per via chimica e per via fisica.

Generalità sui combustibili. — Temperatura di ignizione - Limiti di infiammabilità - Potere calorifico superiore e inferiore - Determinazione sperimentale del potere calorifico - Calcolo dell'aria teorica di combustione - Analisi elementare e immediata dei combustibili - Analisi dei gas - Calcolo della composizione dei fumi - Calcolo della temperatura teorica di combustione - Influenza dei fenomeni dissociativi sulla temperatura teorica di combustione.

Combustibili solidi. — Legno, torba, lignite, litantrace, antracite - Determinazione dello zolfo nei combustibili fossili - Distillazione del litantrace - Coke siderurgico.

Combustibili gassosi. — Gas illuminante: produzione e depurazione - Gas di gasogeno: gas d'aria, gas d'acqua, gas misto - Gassificazione dei combustibili liquidi.

Combustibili liquidi. — Petroli: composizione chimica - Distillazione del petrolio - Processi di craking, idrogenazione, reforming - Depurazione chimica delle benzine - Numero di ottano - Potenziale termico - Oli Diesel: numero di cetano.

Lubrificanti. — Caratteristiche, lavorazione, analisi - Metodi tecnici di determinazione della viscosità - Indice di viscosità.

Teoria dei diagrammi di stato. — Regola delle fasi - Diagrammi di stato binari e ternari.

Laterizi e prodotti ceramici. — Materie prime - Argilla: origine, costituzione chimica e proprietà - Saggi chimici e tecnologici sulle argille - Comportamento della caolinite al riscaldamento - Formatura e cottura dei laterizi - Classificazione e saggi tecnici sui laterizi - Materiali ceramici a pasta porosa: terre cotte e maioliche - Materiali ceramici a pasta compatta: porcellane e grès.

Materiali refrattari. — Classificazione chimica - Refrattari silico-alluminosi - Refrattari silicesi - Refrattari magnesiaci e dolomitici - Refrattari cromitici e cromomagnesiaci - Refrattari a base di zirconio - Refrattari grafitici - Prove di refrattarietà libera e sotto carico - Analisi dilatometrica.

Cementanti aerei. — Calcare - Calce aerea - Forni a calce - Fenomeni di presa e indurimento - Gesso - Cemento Sorel.

Cementanti idraulici. — I sistemi fondamentali della chimica dei cementi: CaO-SiO_2 ; $\text{CaO-AL}_2\text{O}_3$; $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$; $\text{CaO-AL}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ - Cemento Portland - Preparazione e costituzione chimico-mineralogica del clinker - Caratteristiche di impiego del cemento Portland - Calore di idratazione - Effetti delle acque dilavanti e delle acque solfatiche sul calcestruzzo - Cementi ferrici - Cemento pozzolanico - Cemento siderurgico - Cemento alluminoso: preparazione, costituzione chimico-mineralogica, proprietà fisico-meccaniche - Prescrizioni di legge e saggi tecnici sui leganti idraulici.

Il vetro. — La materia allo stato vetroso - Materie prime per la preparazione del vetro - Fusione e lavorazione del vetro - Vetri speciali.

Materiali ferrosi. — Principali minerali di ferro - Reazione di riduzione degli ossidi di ferro - Preparazione della ghisa - Altoforno - Diagramma di stato ferro-carbonio - Affinazione della ghisa al convertitore e al forno Martin-Siemens - Impiego dell'ossigeno in siderurgia - Strutture e trattamenti termici degli acciai.

Metalli non ferrosi. — Metallurgia dell'alluminio; preparazione dell'allumina con il processo Bayer, elettrolisi dell'allumina, raffinazione - Metallurgia del rame per via ignea e raffinazione elettrolitica - Bronzi - Ottoni - Metallurgia del piombo e dello zinco.

Esercitazioni di Chimica Applicata.

Analisi delle acque. — Determinazione della durezza con il metodo di Boutron-Boudet e con i versenati - Calcoli relativi alla eliminazione della durezza delle acque - Saggi chimici di potabilità: determinazione dell'ammoniaca, dei nitriti, dei nitrati e del numero di ossidabilità.

Combustibili. — Determinazione del potere calorifico con la bomba di Mahler e con il calorimetro di Junkers - Calcolo dell'aria necessaria alla combustione, della temperatura teorica di combustione e del potenziale termico - Analisi dei fumi: apparecchio di Orsat.

Saggi sui combustibili liquidi e sui lubrificanti. — Curva di distillazione di una benzina - Determinazione della temperatura di infiammabilità e di accensione - Viscosimetri di Engler e di Höppler.

Argille e refrattari. — Analisi chimica delle argille e dei refrattari - Saggi di refrattarietà libera e sotto carico.

Leganti aerei e idraulici. — Analisi del calcare - Calcimetro - Analisi chimica e prove tecnologiche sui cementi - Calcolo dei moduli.

Metalli. — Analisi dei minerali di ferro e dei prodotti siderurgici - Dosamento del carbonio, zolfo, fosforo e manganese negli acciai.

CHIMICA ANALITICA

(Prof. ANGELO TETTAMANZI)

Richiamo delle proprietà chimiche e fisiche degli elementi e dei procedimenti d'analisi chimica qualitativa.

Fondamenti della chimica quantitativa.

Analisi ponderale. — Dei metalli alcalini: potassio, sodio, ammonio; dei metalli: magnesio, calcio, bario, alluminio, ferro, cromo, manganese, nichel, cobalto, zinco, mercurio, piombo, bismuto, rame, cadmio, arsenico, antimonio, stagno, oro, platino, molibdeno, volframio, vanadio ed argento.

Procedimenti di separazione del sodio dal potassio; del calcio dal magnesio e dal bario; del ferro dall'alluminio e dal cromo e dal manganese; del manganese dal nichel e dal cobalto; del solfato di piombo dal solfato di bario; del bismuto dal rame; del rame dal cadmio; dell'arsenico dall'antimonio e dallo stagno; dell'antimonio dallo stagno; del molibdeno dal vanadio e dal volframio.

Analisi di leghe e di acciai.

Procedimenti di determinazione ponderale degli alogenuri e degli acidi: cianidrico, carbonico, ossalico, fosforico, nitrico, solforico e silicico.

Procedimenti di analisi ponderale dei composti organici semplici o alogenati, azotati e solforati.

Analisi volumetrica. — Alcalimetria ed acidimetria.

Metodi di determinazione dei principali alcali: idrossidi, carbonati, e bicarbonati e degli acidi: cloridrico, nitrico, solforico, fosforico, acetico, ossalico e boricco.

Ossimetria. — Determinazione del ferro, del vanadio, del manganese, del calcio, dei perossidi.

Iodometria. — Determinazione degli alogeni, dei clorati, dei perossidi, dei cromati, del rame.

Argentometria. — Determinazione degli alogenuri, dei cianuri e solfocianuri.

Microchimica polarografica, polarimetrica e spettrofotometrica.

Analisi dei gas. — Determinazione dei costituenti i principali gas industriali: anidride carbonica ossida di carbonio, ossigeno, idrogeno, idrocarburi pesanti, idrocarburi leggeri.

Analisi dei gas di cokeria, del gas di città, del gas d'acqua e del gas di conversione.

Esercitazioni di chimica analitica. — Analisi qualitativa dei principali cationi ed anioni, secondo i sei gruppi analitici ed analisi ponderali dei principali cationi ed anioni.

Analisi volumetrica degli alcali e degli acidi più importanti.

Analisi iodometrica ed argentometria degli alogenuri.

Analisi di gas illuminante, dell'idrogeno ed ossigeno, del metano.

CHIMICA ORGANICA

(Gli studenti che non lo avessero già seguito sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico).

IV ANNO

CHIMICA FISICA

(Prof. ERNESTO DENINA)

Complementi di Termodinamica. — Studio generale delle trasformazioni - I fattori di Tensione e Capacità dell'energia e l'Entropia - Sintesi e generalizzazione dei principi fondamentali della termodinamica - Caratteristiche delle trasformazioni isoterme - Energia libera e potenziali termodinamici - Equazione di Helmholtz e le altre equazioni fondamentali - Metodo comparato dei cicli di due isoterme - Equilibrio termodinamico, equilibri metastabili e falsi equilibri.

Statica dei sistemi chimici. — Leggi fondamentali della termochimica - Equilibrio omogeneo e le sue leggi - Isoterma di Van't Hoff e scatola di equilibrio - Costanti entropiche ed integrazione dell'equazione di Clapeyron - Integrazione dell'equazione di Van't Hoff, di Le Châtelier, ecc. - Integrali entalpici ed integrali entropici - Proprietà dei calori specifici - Calcolo polinomiale e costanti chimiche di Nernst - Equazione completa per il calcolo dell'equilibrio chimico - Principio di Nernst e di Planck - Equazione approssimata di Nernst - Sistemi ideali e sistemi reali - Critica comparata dei metodi di calcolo di un sistema chimico - Esempi di sistemi particolarmente interessanti nella tecnica.

Termodinamica dei sistemi eterogenei. — Leggi delle fasi e rappresentazione grafica dei sistemi eterogenei - Leggi termodinamiche e norme geometriche per la costruzione e lettura dei diagrammi - Metodi fisici di studio dei sistemi eterogenei - Cenni sulle applicazioni dei diagrammi di stato in svariati campi di studio.

Cinetica chimica. — Velocità di reazione ed equilibrio statistico - Ordine di una reazione e metodi comparati di determinazione - Influenza della temperatura sulle velocità di reazione - Concetto di energia di attivazione e suo sviluppo - Attivazione per urto e reazioni pseudomonomolecolari - Reazioni a catena e natura dei centri attivi - Reazioni fotochimiche e rendimento quantico - Reazioni eterogenee.

Catalisi. — Proprietà generali dei catalizzatori - Meccanismo dell'azione catalitica: per apertura di un nuovo cammino cinetico, per trasferimento di energia, per trasferimento di cariche elettriche - Catalisi impropria e pseudocatalisi (azione mediale, innesco, inibitori, veleni, catalisi negativa) - Attivatori e promotori.

Sistemi dispersi. — Fenomeni superficiali ad adsorbimento - Equazione termodinamica di Gibbs - Teorie cinetiche dell'adsorbimento - Soluzioni superficiali - Proprietà e classificazione generale dei colloidi - Fenomeni elettrosuperficiali - Potenziale elettrocinetico e punto isoelettrico - Stabilità dei colloidi - Flocculazione ed azioni protettive - Geli - Cenni sulle emulsioni.

Teoria delle soluzioni. — Proprietà termodinamiche delle soluzioni - Soluzioni ideali e soluzioni reali - Classificazione e teoria - Concetto di attività - Soluzioni elettrolitiche - Richiamo delle leggi elementari - Cenni sulla teoria di Debye per gli elettroliti forti - Teoria elementare della conduzione elettrica - Conducibilità equivalente e numero di trasporto - Conduttometria.

Termodinamica dei sistemi elettrochimici. — Energia libera e f.e.m. - Equazione di Gibbs-Helmholtz - Differenza di potenziale elettrodo-elettrolita - Potenziale elettrolitico - Tensione di soluzione elettrolitica di Nernst - Potere ossido-riducente di un elettrodo - Scala dei potenziali elettrolitici.

MACCHINE

(Prof. MATTEO ANDRIANO)

In questo corso è condensato lo stesso programma dei corsi di Macchine I e Macchine II anzidetti, limitando la trattazione alle parti che interessano piuttosto l'utente delle macchine che il progettista di esse.

Si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa - È integrato da esercitazioni sperimentali, grafiche e di calcolo per complessive 22 tornate circa, di tipo analogo a quello accennato per i corsi di Macchine I e II, opportunamente ridotte in base ai criteri propri del corso.

Generalità - Macchine a fluido - Macchine termiche, motrici ed operatrici - Alcune definizioni generali - Criteri di classificazione delle macchine termiche - Espressione del lavoro, potenza, rendimenti.

Costituzione degli impianti a vapore - Lavoro disponibile e caduta adiabatica, richiami sulle proprietà del vapore d'acqua - Ciclo di Rankine e mezzi per migliorare il rendimento di tale ciclo - Evoluzione degli impianti a vapore, aumento della pressione di esercizio, condensazione, surriscaldamento semplice e ripetuto - Cicli rigenerativi, cicli binari - Impianti a recupero.

Turbine a vapore - Costituzione delle turbine - Nomenclatura e forme strutturali - Condotti fissi e mobili - Triangoli della velocità - Espressione del lavoro nelle turbine - Funzionamento ad azione ed a reazione - Condizione di funziona-

mento ideale, rendimento termodinamico e rapporto di funzionamento - Perdite nelle turbine a vapore generiche e particolari - Funzionamento reale - Trasformazione dell'energia termica in energia meccanica - Variazione della pressione nei condotti - Efflusso del vapore, rapporto critico; portate.

Studio dettagliato delle varie turbine a vapore - Turbina semplice ad azione - Lavoro specifico, potenza rendimento, variazione del rendimento termodinamico in funzione del rapporto di funzionamento - Limitazione della caduta utilizzabile - Espressione della portata, dimensioni delle palette, parzializzazione.

Turbina ad azione a salti di velocità - Riduzione della velocità periferica di massimo rendimento col numero dei salti di velocità, ripartizione del lavoro tra i vari salti della turbina - Rendimenti ideali - Funzionamento reale, limitazione del numero di salti utilizzabili - Diagrammi dei rendimenti in funzione del rapporto di funzionamento per la turbina reale - Linea di espansione reale.

Turbina ad azione a salti di pressione - Riduzione della velocità periferica di massimo rendimento in funzione del numero dei salti di pressione - Recupero termico e fattore di recupero - Fughe - Linea di espansione reale.

Turbina a reazione - Definizione di reazione e grado di reazione - Funzionamento ideale per grado di reazione 0,5 - Rendimenti - Limitazione della caduta utilizzabile in un elemento - Limitazione della portata - Rastremazione e svergolamento nelle pale di bassa pressione - Turbine a più flussi - Cenni sui criteri correnti per la ripartizione della caduta di calore tra i successivi elementi delle turbine a reazione - Cenni sulle turbine radiali.

Regolazione delle turbine a vapore - Parzializzazione - Laminazione - Regolazione di sicurezza - Turbine ad ammissione intermedia.

Vantaggi delle turbine miste.

Costituzione di particolari tipi di turbine e particolari costruttivi - Turbine navali, ruote di crociera, ruote per la retromarcia.

Dispositivi di tenuta, a labirinto, ad anelli di carbone, ad anello idraulico - Eliminazione della spinta, stantuffi equilibratori.

Motrici a vapore alternative - Costituzione delle motrici - Cicli di lavoro, pressione media indicata - Potenza - Regimi di rotazione e velocità media dello stantuffo - Rilevamento delle pressioni, indicatore di Watt - Grado di ammissione.

Rendimento indicato - Perdite per effetto della laminazione alla ammissione ed allo scarico - Mezzi per ridurre tali perdite.

Perdite per spazio morto - Compressione del vapore dello spazio morto - Grado di compressione.

Perdite per incompleta espansione.

Perdite per effetto di parete - Mezzi per ridurre gli scambi termici - Camicie di vapore, impiego del vapore surriscaldato, espansione multipla - Motrici eucorrenti.

Distribuzione - Diagrammi della distribuzione - Esigenze della distribuzione - Fasi principali e fasi secondarie - Distribuzione a cassetto semplice - Distribuzione a cassetto piano, ammissione dagli spigoli esterni - Cassetto cilindrico e possibilità di ammissione dagli spigoli interni - Legge del moto del cassetto - Diagramma circolare di Réuleaux.

Distribuzioni ad inversione di moto.

Cenni sulla distribuzione a valvole.

Adattabilità della motrice alla trazione - Avviamento e frenamento a contro-vapore.

Condensatori - Costituzione e tipi di condensatori - Condensatori a superficie e condensatori a miscela - Grado di vuoto - Fabbisogno di acqua nella condensazione.

Motori a combustione interna - Generalità sui motori a combustione interna - Pregi e limitazioni - Funzionamento a due ed a quattro tempi - Cilindrata - Rapporto di compressione - Classificazione dei diversi tipi di motori a seconda della velocità, della leggerezza, del tipo di combustione e di combustibile.

Termodinamica dei motori a combustione interna - Cicli ideali - Espressione del rendimento ideale - Modalità della combustione e criteri di scelta - Correzione

dei rendimenti ideali dovuta alla natura del gas; variazione dei calori specifici - Conseguenze della dissociazione - Variazioni della costante elastica durante la combustione.

Motori a carburazione - Costituzione del motore a carburazione - Fasi di funzionamento e diagramma della distribuzione - Disposizioni più comuni dei cilindri, in linea, a V ed a stella - Valvole, loro disposizione e comando - Lubrificazione - Avviamento - Cenno sulla struttura dei motori a due tempi leggeri.

Motori ad accensione spontanea.

Motori funzionanti a quattro tempi - Caratteri del motore; diagrammi della distribuzione per motori veloci e per motori lenti - Avviamento ad aria compressa dei motori pesanti.

Motori a due tempi - Fasi di lavaggio scarico e carico - Pompe di lavaggio - Disposizioni e dimensioni delle luci nei cilindri - Motori a due tempi e a doppio effetto.

Motori ad iniezione a bassa compressione - Caratteristiche del motore a bassa compressione - Funzionamento a testa calda - Avviamento e regolazione dei motori a testa calda - Motori con accensione a scintilla - Motori policarburanti.

Studio particolareggiato del funzionamento - Relazioni tra peso d'aria, peso di combustibile, cilindrata, lavoro e potenza del motore a combustione interna - Significato della pressione media effettiva - Giustificazione della pressione media effettiva - Rendimento organico e pressione media indicata - Pressione di marcia a vuoto - Variazione del rendimento meccanico con la velocità e col carico - Rendimento indicato - Perdite di rendimento indicato - Strozzamenti durante il ricambio del gas nel cilindro - Scambi termici, influenza della forma del cilindro, rapporto corsa, diametro sugli scambi termici - Influenza della velocità media e del regime di rotazione sugli scambi termici.

Riempimento nel motore a quattro tempi - Rendimento volumetrico, variazioni del rendimento volumetrico con la velocità.

Riempimento dei motori a due tempi - Rendimento di carica - Coefficiente e rendimento di lavaggio - Relazioni tra coefficiente di lavaggio, rendimento di lavaggio e rendimento di carica.

Influenza delle condizioni ambientali sulle prestazioni dei motori - Caratteristica meccanica, curve dei consumi.

La combustione nei motori a propagazione di fiamma - Velocità di combustione e velocità di propagazione di fiamma - Angolo di combustione - Influenza della dosatura sull'angolo di combustione - Limiti di funzionamento - Variazioni dei rendimenti con la dosatura - Dosature di massima pressione media e di massimo rendimento - Stabilità di funzionamento.

Possibilità di combustioni anormali - Preaccensione, autoaccensione, detonazione - Fattori che influiscono sulla detonazione - Cenno sulle teorie della detonazione - Funzione e tipi di antedetonanti.

Valutazione della resistenza alla detonazione mediante il numero di ottano - Determinazione del numero di ottano.

Carburanti e carburazione - Caratteristiche dei combustibili nei confronti della carburazione - Volatilità - Dosatura di saturazione - Esigenze di avviamento - Curve di distillazione frazionata e curve di tensione di vapore - Cenni sulla distillazione in presenza di aria - Costituzione del carburatore semplice a getto - Difetti del carburatore semplice - Variazione della dosatura con la depressione - Compensazione automatica della dosatura - Regimi di avviamento e di funzionamento al minimo - Ripresa, pompe di ripresa.

Accensione ad alta e bassa tensione - Candele, struttura, grado termico - Magneti, principio, costituzione - Spinterogeni, principio e costituzione - Doppia accensione - Fasatura, anticipo e regolazione.

Combustione nei motori a combustione spontanea - Andamento della combustione, diagramma pressioni angoli e significato delle derivate - Cause del ritardo e sua misura - Numero di cetano - Tipi di combustibili per motori a combustione spontanea - Dosature, rendimenti, pressione media - Condizioni limiti di funzionamento.

Iniezione nei motori a combustione spontanea, requisiti e problemi della iniezione - Sistemi di iniezione, pneumatica, diretta, ad accumulazione - Pompe ed iniettori - Tipi di camere di combustione, teste ad alta turbolenza, motori a pre-camera.

Dinamica del motore - Forze agenti sul basamento, vibrazioni, coppia di reazione - Coppia motrice, grado di irregolarità, volani.

Forze centrifughe, equilibrio statico e dinamico di alcuni alberi a gomito.

Forze alterne di inerzia - Analisi ed equilibrio.

Cenni sulla sovralimentazione.

Compressori di gas - Trasformazioni dell'energia nelle macchine operatrici - Lavoro di compressione, lavoro minimo di compressione - Frazionamento della compressione ed interrefrigerazione - Portate, prevalenza - Campo di utilizzazione delle diverse operatrici e loro classificazione - Compressori volumetrici alternativi - Compressore monofase - Costituzione della macchina, distribuzione, valvole automatiche - Diagramma delle pressioni - Perdite di rendimento indicato: laminazioni, scambi termici, effetto dello spazio morto - Rendimento volumetrico - Influenza del rapporto di compressione sul rendimento volumetrico - Compressori polifasi - Costituzione della macchina con stantuffi a gradini - Compressori pluricilindrici - Refrigeratori intermedi - Compressori centrifughi - Compressori monostadio - Teoria approssimata unidimensionale - Effetto del numero finito delle pale - Rendimento idraulico ed adiabatico - Caratteristiche ideali e reali, coefficienti adimensionali di portata e di prevalenza - Comportamento del compressore a giri variabili - Linee di egual rendimento - Stabilità di funzionamento, caratteristica esterna, regime di pompaggio - Il ventilatore centrifugo come caso limite del compressore monostadio.

Criteri per la scelta di una macchina in base alle caratteristiche - Procedimento sommario di dimensionamento.

Compressori multipli centrifughi.

Costituzione delle macchine assiali, con particolare riguardo al ventilatore assiale - Caratteristiche dei compressori e dei ventilatori assiali.

Turbine a gas alimentate a pressione costante - Turbina a ciclo semplice non rigenerativo - Turbina a compressione interrefrigerata non rigenerativa - Turbina con combustioni o riscaldamenti ripetuti non rigenerativa - Cicli rigenerativi, principi della rigenerazione, turbina a ciclo semplice rigenerativo, turbine a ciclo complesso e rigenerazione finale, turbine con rigenerazione intermedia, altre applicazioni della rigenerazione - Cicli aperti, chiusi, combinati - Organizzazione meccanica e regolazione, regolazione delle turbine a combustione interna a velocità costante, regolazione delle turbine a ciclo chiuso, comportamento delle turbine a combustione interna a velocità variabile - Caratteri costruttivi.

Motori a reazione - Generalità - Prestazioni specifiche del turboreattore funzionante nelle condizioni di progetto - Cenni sul comportamento del turboreattore al variare delle condizioni di impiego.

Turbine alimentate a pressione variabile - Motori composti a combustione interna - Impianti di turbine a gas e a vapore.

PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA

(Prof. AGOSTINO GIANETTO)

1. Principi e metodi per la classificazione e la caratterizzazione di particelle solide mediante applicazione delle funzioni distributive - Definizione di diametro equivalente medio, varianze, sfericità, porosità.

2. Bilanci di energia e relative applicazioni - Studio dei problemi di fluidodinamica applicati all'industria chimica: trasporto di liquidi e gas e relative misurazioni e controlli; agitazione e mescolamento; decantazione; classificazione; centrifugazione; filtrazione in letti granulari e porosi, fluidizzazione.

3. Richiamo ai concetti termodinamici più ricorrenti nello studio e progettazione degli impianti chimici: potenziali chimici, fugacità, attività - Previsione delle proprietà molecolari dei gas e dei liquidi e possibilità di valutazione mediante i diagrammi di stato - Rassegna delle principali leggi fisiche, chimico-fisiche e chimiche che governano i sistemi ad uno o più componenti e fasi. Descrizione e discussione dei vari tipi di diagrammi di stato con particolare riferimento alla rappresentazione degli azeotropi di massimo e di minimo.

4. Concetto delle operazioni unificate con riferimento alle varie operazioni ricorrenti nell'industria chimica: distillazione, assorbimento, desorbimento, estrazione liquido-liquido, lavaggio e lisciviazione, adsorbimento - Calcoli grafici ed analitici mediante il concetto degli stadi di equilibrio nel caso di operazioni in continuo e discontinue.

5. Trasporto di proprietà in sistemi monofasi: trattazione simultanea del trasferimento di materia, calore e quantità di moto per trasporto molecolare e per turbolenza, con o senza generazione interna della proprietà considerata, in regime stazionario e transitorio - Metodi di calcolo dei coefficienti di trasporto - Richiami alle varie teorie per l'interpretazione dei fenomeni di trasporto: teoria del film stagnante, del film laminare, del film laminare con strato di transizione (riferimento alle equazioni di Von Karman) e della penetrazione.

6. Studio dei fenomeni di trasporto per analisi dimensionale e analisi per meccanismi - Rassegna ed interpretazione dei principali numeri adimensionali: Fattore di attrito e Numeri di Reynolds, Nusselt, Sherwood, Prandtl, Schmidt, Peclet, Grashof, Froude, ecc. - Correlazioni per l'interpretazione dei fenomeni di trasporto nelle varie configurazioni geometriche e condizioni fluidodinamiche - Analogia tra i trasporti delle varie proprietà: Reynolds, Colburn, Martinelli.

7. Trasferimenti interfase di proprietà: equazioni di progetto per calcolo di scambiatori di calore e scambiatori di materia continui - Definizioni dei coefficienti globali di scambio e metodi per la loro determinazione con riferimento agli apparecchi impiegati sia per i problemi di trasferimento di calore (richiamo ai fenomeni di radiazione) sia per il trasferimento di materia - Metodi di progettazione mediante definizione di « altezza della unità di trasporto » e di « numero di unità di trasporto » - Sviluppo per tutte le varie operazioni unificate - Concetti di efficienza.

8. Trasporto simultaneo di materia e calore: diagrammi igrometrici, metodi di progetto di torri di umidificazione, di impianti di condizionamento ed apparecchiature di essiccamento - Richiamo alle caratteristiche ed al comportamento delle varie sostanze nei processi di essiccamento a seconda della loro natura fisica (granulari o fibrose) o chimica (con acqua di idratazione).

9. Trasporto simultaneo di materia e calore: studio dei problemi di evaporazione, concentrazione e cristallizzazione sia considerando il processo nei riguardi del meccanismo dello scambio di materia liquido-solido inerente alla germinazione ed all'accrescimento dei cristalli sia considerando le modalità per la realizzazione pratica: possibilità di applicazione della termocompressione e della autoevaporazione.

CHIMICA INDUSTRIALE - I e II

(Prof. ROLANDO RIGAMONTI)

Resa dei processi chimici. — Concetti generali, influenza dei vari parametri.

Equilibri chimici. — Calcolo della resa massima in equilibri omogenei ed eterogenei - Equilibri concatenati - Fugacità e coefficienti di attività - Equilibri eterogenei - Equilibri tra fasi condensate: soluzioni a due, tre e quattro componenti.

Cinetica chimica. — Influenza sulla resa - Cinetica dei processi omogenei - Reazioni consecutive e reazioni parallele - Reazioni adiabatiche - Cinetica degli equilibri chimici - Reazioni a catena - Cinetica delle reazioni eterogenee: influenza dei processi di diffusione - Mezzi per aumentare la velocità delle reazioni.

Catalizzatori. — Principi generali - Teorie sul loro funzionamento - Fenomeni di assorbimento - Metodi di preparazione - Attivatori e supporti - Cinetica delle reazioni catalizzate.

Apparecchiature di reazione. — Apparecchiature per reazioni omogenee ed eterogenee, per reazioni continue e discontinue: reattori in cascata - Reattori catalitici - Apparecchi per alte pressioni - Problemi termici relativi ai reattori - Metodi generali di controllo e di regolazione.

Idrogeno. — Processi industriali di preparazione: elettrolisi dell'acqua, azione del vapore d'acqua su metalli o metalloidi, conversione del gas d'acqua, liquefazione dei gas di cokeria e di raffineria, reazione di idrocarburi con ossigeno o con acqua.

Aria. — Teoria dei processi di liquefazione - Procedimenti tecnici di liquefazione, di separazione e frazionamento dei costituenti: azoto, ossigeno e gas rari.

Ammoniacca. — Ottenimento del gas di cokeria - Sintesi degli elementi; processi ad alta, media e bassa pressione.

Acido nitrico. — Procedimenti industriali dal nitrato sodico, dall'aria, dall'ammoniacca - Acido nitrico concentrato.

Concimi azotati. — Solfato, nitrato e fosfato ammonico; urea; calciocianamide: preparazione ed azotazione del carburo di calcio.

Zolfo. — Estrazione da zolfo nativo, da pirite e dal gas illuminante - Solfuro di carbonio.

Acido solforico. — Processi alle camere di piombo, a torri e catalitici.

Anidridi solforosa e carbonica. — Preparazione di anidride solforosa liquida - Ottenimento di anidride solforosa dai gas diluiti - Solfiti, idrosolfiti, bisolfiti - Preparazione di anidride carbonica liquida e di ghiaccio secco.

Cloruro, carbonato ed idrato sodico. — Generalità e preparazione del salgemma e del salmarino - Carbonato sodico con processi Le Blanc e Solvay - Idrato sodico per caustificazione del carbonato e per elettrolisi del cloruro sodico - Ipocloriti, clorati e perclorati.

Alogeni e derivati. — Procedimenti di preparazione del cloro, del bromo e dello iodio - Liquefazione del cloro - Acido cloridrico dal cloruro sodico e di sintesi - Cloruro di zolfo, fosgene; tetracloruro di carbonio.

Fosforo e derivati. — Preparazione del fosforo e dell'acido fosforico - Industria dei perfosfati e concimi fosfatici.

Concimi potassici. — Silvina, carnallite, salino.

Metalli alcalini ed alcalino terrosi. — Sodio, potassio calcio: preparazione dei metalli e di alcuni sali: solfati, solfuri, persolfati - Acqua ossigenata - Magnesio: preparazione del metallo e del carbonato - Bario: preparazione dei sali.

Metalli pesanti. — Rame: preparazione industriale dei suoi sali - Cromo e manganese: preparazione dei loro sali, dei cromati e dei permanganati - Alluminio: preparazione dell'allumina e del solfato di alluminio.

Boro e derivati. — Acido bórico, borato e perborato sodico.

Colori minerali e pigmenti. — Caratteristiche generali e potere coprente - Principali pigmenti inorganici bianchi, azzurri, gialli, rossi.

Le reazioni organiche. — Calcolo dei calori di formazione, della energia libera di formazione e delle costanti termiche per i prodotti organici.

Idrogenazione. — Vari tipi di idrogenazione - Calore di reazione ed energia libera - Catalizzatori - Apparecchi di reazione.

Deidrogenazione. — Metodi generali - Catalizzatori - Apparecchiature - Deidrogenazione di idrocarburi e di alcoli.

Ossidazione. — Problemi termici - Catalizzatori - Ossidazione di idrocarburi e di aldeidi.

Alogenazione. — Calore di reazione ed energia libera - Cinetica - Metodi generali di alogenazione - Clorurazione di idrocarburi - Preparazione di fluoroderivati.

Solfonazione. — Problemi termici - π di solfonazione - Apparecchiature.

Nitrazione. — Tonalità termica - Fenomeni di decomposizione - Miscele nitranti - Apparecchiature - Ricupero degli acidi esauriti.

Amminazione. — Riduzione dei nitrogruppi - Sostituzione di gruppi OH, Cl, ecc. ed equilibri relativi ad idrogenazione dei nitrici - Apparecchiature.

Esterificazione, interesterificazione e saponificazione. — Tonalità termiche ed energia libera - Metodi per aumentare la resa - Apparecchiature - Preparazione di esteri da olefine e da aldeidi.

Disidratazione ed idratazione. — Dati termici e termodinamici - Catalizzatori - Apparecchiature - Disidratazione di alcoli ed idratazione di olefine.

Alchilazione. — Dati termici - Metodi generali - Alchilazione di idrocarburi, di ammine, di alcoli (esterificazione) - Vinilazione.

Sintesi Friedel e Crafts. — Meccanismo della reazione - Applicazione ad idrocarburi ed a prodotti ossigenati - Effetto delle modalità operative - Apparecchiature.

Ossosintesi. — Reazioni, prodotti ottenibili, catalizzatori.

Polimerizzazioni. — Generalità sugli alti polimeri - Determinazione del peso molecolare e delle polidispersità - Poliaddizione e policondensazione - Catalizzatori - Procedimenti industriali.

Petrolio e sua lavorazione. — Distillazione, craking, reforming - Benzina di idrogenazione e di polimerizzazione - Degasolinaggio dei gas naturali - Lubrificanti: correttivi ed additivi.

Etilene e derivati. — Ottenimento di olefine - Ottenimento di alcoli, epossidi, alogenoderivati, alchilderivati, aldeidi e chetoni, dalle olefine e derivati ottenibili da tali prodotti.

Acetilene. — Preparazione - Derivati: aldeide acetica, acido acetico, nitruri acetici, acetati; cloruro di vinile, acetato di vinile; trielina.

Sintesi da ossido di carbonio ed idrogeno. — Sintesi Fischer-Tropsch - Alcool metilico ed aldeide formica - Acido formico e formiati.

Grassi vegetali ed animali e derivati. — Caratteristiche dei grassi, estrazione, raffinazione, indurimento - Preparazione degli acidi grassi per scissione dei grassi e per ossidazione delle paraffine - Glicerina - Saponi: costituzione ed azione detergente; preparazione - Detergenti sintetici, emulsionanti e schiumeggianti.

Zuccheri. — Zucchero di canna e di bietola; estrazione e raffinazione; lavorazione del melasso - Glucosio; preparazione da amido e da cellulosa.

Amido. — Costituzione ed estrazione.

Industrie fermentative. — Fermenti, lieviti e muffe - Alcool etilico ed alcool assoluto - Fermentazione glicerica, lattica, acetone-butilica e citrica.

Cellulosa. — Costituzione ed estrazione dal legno con processi al bisolfito, alla soda, al solfato ed al cloro; sbianca e nobilitazione - Industria della carta.

Fibre artificiali. — Processi alla nitrocellulosa, alla viscosa, cuproammoniacale, all'acetilcellulosa; fibre poliammidiche, poliviniliche, poliacriliche, poliestere.

Resine naturali e sintetiche. — Resine cellulose, fenoliche, ureiche, amminiche, ammidiche, alchidiche, viniliche, stiroliche, acriliche, cumaroniche, polietilene, epossidiche, carbonatiche, uretaniche, linoleum, teflon e siliconi.

Gomma. — Generalità sullo stato elastico - Estrazione e lavorazione della gomma naturale - Gomme sintetiche, buna, metilcaucciù, neoprene.

Catrame di carbon fossile. — Distillazione e lavorazione dei prodotti ottenuti - Benzolo dal gas illuminante - Idrocarburi aromatici dal petrolio.

Composti organici aromatici. — Benzolo ed omologhi: derivati clorurati, nitrici, amminici, solfonici - Fenoli - Acidi aromatici - Naftalina e derivati - Antracene ed antrachinone.

Sostanze coloranti. — Costituzione - Coloranti nitrici, azoici, del trifenilmetano, dell'antrachinone, indigoidi, allo zolfo; metodi di tintura.

Esplosivi. — Caratteristiche - Esplosivi inorganici, nitroderivati organici alifatici ed aromatici - Detonanti.

IDRAULICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

METALLURGIA E METALLOGRAFIA

(Prof. AURELIO BURDESE)

Struttura dei metalli e delle leghe. — I reticoli metallici - Composti intermetallici - Teoria di Hume-Rothery - Soluzioni solide per sostituzione e per intrusione - Trasformazioni cristalline - Metodi röntgenografici e loro applicazioni allo studio strutturistico dei metalli - Microstruttura e macrostruttura delle leghe metalliche - Metallografia ottica.

Diagrammi di stato. — Teoria ed interpretazione dei diagrammi di stato binari e ternari - Metodi di rilevamento dei diagrammi di stato: prove termiche, dilatometriche, röntgenografiche - Sistema ferro-carbonio: punti critici; strutture metallografiche caratteristiche - Sistema ferro-azoto - Diagrammi di stato tra ferro ed elementi alforogeni ed austenitizzanti: i sistemi ferro-cromo e ferro-nichel - Sistemi rame-stagno, rame-zinco, rame-alluminio: relative leghe di pratico impiego e strutture metallografiche caratteristiche - Sistemi dell'alluminio con silicio, magnesio, zinco: leghe e strutture relative - Sistemi del piombo con stagno e antimonio: leghe caratteristiche e loro struttura metallografica.

Processi di lavorazione dei materiali metallici. — Fusione, disossidazione e colata in lingottiera dei bagni metallici - Struttura dei lingotti e loro controllo - Cavità, eterogeneità, ritiro - Sbozzatura dei lingotti - Sistemi di colata continua - Trattamenti di lavorazione plastica a caldo ed a freddo - Fenomeni di incrudimento - Controllo dei pezzi - Lavorazione meccanica all'utensile - Sistemi di collegamento: chiodature, saldature continue e per punti e loro effetto sulla struttura e sulla resistenza alla corrosione - Caratteristiche meccaniche delle zone di collegamento.

Trattamenti termici. — Ricottura, normalizzazione, tempra - Influenza della velocità di raffreddamento sulle strutture di tempra - Bagni di tempra ed atmosfere protettive - Tempre speciali e tempre isoterme - Tecnica ed automazione dei processi di tempra - Drasticità di tempra e temprabilità di tondini - Prova di Jominy - Controllo dei pezzi temprati - Rinvenimento - Tecnica del rinvenimento - Indurimento per precipitazione - Fenomeni di maturazione e invecchiamento.

Trattamenti di indurimento superficiale. — Tempra superficiale - Cementazione - Trattamenti termici dopo cementazione - Caratteristiche di impiego e controllo dei pezzi cementati - Nitrazione: processi usuali di nitrazione e nitrazioni speciali - Controllo e impiego dei pezzi nitrurati.

Comportamento in opera dei materiali metallici. — Condizioni di lavoro e deterioramenti possibili di vari organi - Effetto di inclusioni, soffiature, inneschi meccanici di cricche - Effetto prodotto da tensioni interne - Fenomeni di fatica a flessione e torsione alterna - Morfologia delle superfici di rottura a fatica - Rottura ad urto - Comportamento dei materiali metallici ad alta temperatura - Fenomeni di scorrimento viscoso a caldo e prove di creep - Fenomeni di fragilità a bassa temperatura.

Materiali ferrosi.

Acciai al carbonio. — Classificazione unificata - Acciai dolci ed extra dolci - Acciai al carbonio per cementazione e per tempra superficiale - Acciai per bonifica, acciai al carbonio per bulloneria, lamiere, taglienti, utensili ed usi speciali.

Acciai e leghe speciali. — Influenza degli elementi leganti sul diagramma ferro-carbonio e sulle posizioni dei punti critici - Simbologgiatura UNI - Acciai bonificabili al nichel, cromo e nichel-cromo: struttura, caratteristiche meccaniche e di impiego, temprabilità - Acciai legati per cementazione e per nitrazione - Acciai inossidabili - Fenomeni di corrosione da soluzioni - Fenomeni di ossidazione in ambiente umido e di ossidazione a caldo - Acciai al silicio, silicio-manganese, cromo-silicio: struttura, caratteristiche di impiego; acciai per molle e per valvole di motori a combustione interna - Leghe ferro-silicio e loro caratteristiche magnetiche ed elettriche - Acciai legati contenenti molibdeno, vanadio, titanio, cobalto - Acciai per utensili - Acciai al tungsteno - Acciai e leghe rapide - Superleghe e loro impiego in motori a turbina e generatori di vapore ad alta temperatura: caratteristiche meccaniche e resistenza alla ossidazione ad alta temperatura - Fenomeni di ossidazione accelerata.

Ghise. — Classificazione e struttura delle ghise - Ghise grigie, bianche, trotate - Ghise per getti - Trattamenti di inoculazione delle ghise - Effetto dell'azoto nelle

ghise - Ghise legate e loro trattamenti termici - Ghise refrattarie e resistenti alla corrosione - Ghise mehanitiche e sferoidali - Trattamenti di malleabilizzazione della ghisa - Ghise speculari per processi di disossidazione e ferroleghie.

Metalli non ferrosi.

Alluminio. — Alluminio di prima fusione e raffinal - Leghe leggere per getti, contenenti rame e silicio; loro struttura e caratteristiche di impiego - Tecnica della fusione di leghe di alluminio - Leghe per trattamento termico - Duralluminio: caratteristiche meccaniche e di impiego - Trattamenti di bonifica.

Rame. -- Rame greggio e rame elettrolitico - Effetto della presenza di piccole quantità di ossigeno sulla struttura e sulle caratteristiche del rame - Effetto disossidante del fosforo in rame e leghe di rame - Bronzi e ottoni - Effetto della presenza di alluminio sulla loro struttura - Caratteristiche meccaniche e lavorabilità - Bronzi speciali.

Piombo. — Piombo d'opera e piombo raffinato - Leghe a base di piombo: per caratteri tipografici, per saldatura, per accumulatori - Metalli bianchi e leghe anti-frizione - Relazioni tra struttura e caratteristiche di impiego.

Zinco. — Zincature e protezioni anodiche - Leghe con stagno e alluminio, leghe Zama.

Magnesio. — Leghe con alluminio e zinco, elektron.

Titanio. — Titanio e leghe speciali per usi aeronautici.

Nichel. — Nichel elettrolitico - Nichel depolarizzato per elettrodi - Leghe con rame e cromo.

Altri metalli. — Cenni su metalli speciali (cromo, manganese, tungsteno, ecc.), su metalli altamente refrattari (molibdeno, vanadio, niobio) e su metalli nobili.

Esercitazioni.

Rilevamento dei diagrammi di stato e dei punti critici per via termica e dilatometrica - Analisi magnetica e determinazione dei punti Curie.

Analisi röntgenografica applicata a problemi di interesse metallurgico - Spettrogrammi di polveri - Calcolo delle costanti reticolari e metodi di indagine su monocristalli - Diagrammi Laue e rilevamento dei fenomeni di tensione interna - Analisi elementare per fluorescenza di raggi X.

Metallografia: preparazione dei campioni per analisi macro e micrografiche: pulitura, attacco elettrolitico, attacco con reattivi micrografici - Esame metallografico della struttura di acciai comuni e speciali sottoposti a vari trattamenti termici o a trattamenti di indurimento superficiali - Metallografia delle leghe di rame, alluminio, piombo, zinco.

Esami macrografici: saggio Baumann ed osservazioni di superfici di rottura tipiche, cricche, inclusioni od altri difetti di fabbricazione.

Prove meccaniche a trazione e flessione - Misure di durezza superficiale e prove microdurometriche.

IMPIANTI CHIMICI

(Prof. Ugo Fasoli)

1. Impianti per la manipolazione dei solidi, criteri generali per la loro determinazione e calcolo.

Frantoi a martelli fissi e oscillanti, mulini a pendolo, a denti, a sfere; mulini autoclassificatori.

Classificatori a vaglio ed a vento - Sili e relativi equipaggiamenti rompiponte - Sili automiscelatori - Estrattori e dosatori a peso ed a volume.

Trasportatori a nastro, a tazze, a coilea pneumatici ed a vibrazione e relativi campi di applicazione e di convenienza.

2. Immagazzinamento fluidi, campo di applicazione dei vari tipi di serbatoi e di gasometri - Richiamo ai criteri di calcolo e di ottimazione - Serbatoi cilindrici orizzontali e verticali, serbatoi sferici, gasometri a tetto galleggiante - Vari sistemi di montaggio saldatura e ricottura in loco.

3. Calcolo di una rete di distribuzione, valore dei principali coefficienti, perdite di carico attraverso i diversi organi di passaggio.

Tipi di pompe e compressori, caratteristiche, applicazione e calcolo dei valori essenziali.

Pompe a pistone, a eccentrico, ad ingranaggi, a vite, a settori oscillanti, a lobi rotanti - Pompe centrifughe, ventilatori assiali e radiali - Pompe autodescanti e sommerse, pompe dosatrici, eiettori, pompe a diffusione - Esempi di applicazione.

4. Organi di intercettazione - Valvole, saracinesche (a vite esterna ed interna), rubinetti a maschio (conico e sferico), a farfalla, a canotto - Valvole di non ritorno e di sicurezza (ad azione ed a comando indotto) - Scaricatori di condensa, indicatori di livello, giunti di dilatazione.

Staffe, passerelle e cunicoli - Determinazione e calcolo dei principali profili di otturatore in relazione con le caratteristiche generali di impianto.

5. Segnatura secondo le varie norme internazionali e relative prescrizioni - Organi di collegamento, flange, giunti a 3 pezzi, giunti rapidi.

Tipi di guarnizione - Premistoppa a guarnizione ed a soffietto, premistoppa meccanico ed a labirinto in relazione alla pressione o al grado di vuoto, alla temperatura, alla velocità dell'albero e dello stelo, al tipo di apparecchio, ed infine alle caratteristiche di tenuta prescrivibili.

6. Moto in letti porosi, fluidi e fissi - Calcolo e valore di alcuni coefficienti delle perdite di carico per moti ad uno e a due fluidi - Concetti di bilancio idrodinamico e di bilancio di scambio di materia - Vari concetti di velocità limite.

Varie forme costruttive e applicazioni - Assorbitori continui, forni a turbolenza, idrovagli e decantatori, rigeneratori, torri a riempimento vario, analogie tra i vari comportamenti dal punto di vista idrodinamico.

7. Agitatori ad ancora, a elica, a turbina, a pale mobili e fisse - Concetto di grado di miscelazione, calcolo e scelta in relazione alla capacità del recipiente, alla viscosità, ed alla densità relativa dei mezzi da miscelare.

8. Criteri generali di distinzione e di calcolo delle varie installazioni con scambio di calore per irraggiamento, per conduzione, per convezione - Valori di alcuni coefficienti - Forni, problemi di scambio di calore con preminenza dell'irraggiamento - Ribollitori a fuoco diretto - Riscaldamento a fuoco diretto in apparecchiature statiche.

Criteri di ripartizione del carico termico tra la parte radiante e la parte convettiva.

Caldaie a ricupero di calore.

9. Varie forme di scambio termico tra parete: liquido o gas, stagnanti od in moto; vapore condensante; liquido in ebollizione.

Moti convettivi - Apparecchiatura - Scambio in contro ed equicorrente, od in corrente mista.

Tubi concentrici e fasci tubolari.

Scambiatori a testa flottante ed a U - Prescrizioni secondo varie norme internazionali, criteri di distinzione tra tubi mandrinati, tubi saldati e tra le varie forme costruttive.

Serpentini interni ed esterni, circolazione naturale e forzata.

Alcuni valori di coefficienti globali.

10. Impianti di concentrazione a più effetti od a termocompressione, forme costruttive, criteri di calcolo e di ottimazione - Concentratori a velo sottile.

Esempi pratici di applicazione, valore di alcuni coefficienti - Organi di comando, riduttori verticali a velocità variabile, regolati a distanza o automaticamente, e relativi supporti.

Forme costruttive dei reattori, supporti, attacchi standard.

11. Trasmissione di massa ed impianti relativi - Criteri generali di distinzione e di calcolo.

Impianti di assorbimento, distillazione, estrazione liquido-liquido, liscivazione, condizionamento, essiccamento, cristallizzazione.

Analogie, applicazioni miste, criteri generali di scelta e di ottimazione - Relazione tra il grado di varianza, le variabili effettive e l'esistenza, la necessità ed il tipo di stadi.

Distinzione tra impianti continui e discontinui, uniformi, a stadi, e relativi sistemi di calcolo.

12. Torri a riempimento e torri a piatti - Criteri di scelta e di applicazione - Forme costruttive - Tipi di riempimento, piatti ridistributori - Calcolo di un piatto a campane e determinazione del diametro, altezza, affondamento e numero delle campane.

Tipo, forma, dimensione, altezza ed affondamento del discendente distribuzione sul piatto e calcolo dell'efficienza.

Torri ispezionabili dall'interno, organi di assiemaggio e tenuta idraulica dei piatti in relazione ai diversi materiali, nonchè alle temperature e pressioni di esercizio.

13. Esercizio di un impianto di frazionamento - Organi di controllo, regolazione e comando - Sistemazione dei refrigeranti, dei ricuperatori, dei ribollitori, delle pompe di alimentazione, di estrazione, di riflusso - Richiamo al calcolo dei piatti con i vari sistemi e campo di applicazione di ciascuno di essi.

14. Estrazione liquido-liquido con normali reattori e separatori a fiorentina - Estrattori continui a torre, vari tipi di comando a galleggiante di regolazione - Estrattori centrifughi e sistemi misti.

15. Liscivazione e lavaggio a caldo o a freddo, con o senza pressione - Forme costruttive - Lisciviatori a tazze, a nastro, a coclea.

16. Condizionamento, raffreddamento per evaporazione sistemi di calcolo - Torri di raffreddamento dell'acqua in ciclo chiuso a tiraggio naturale, o forzato, in aspirazione od in compressione.

Campi di applicazione e limiti di convenienza - Sistemi di suddivisione e contatto - Separazione delle gocce, e principali tipi di ventilatori usati.

Condizionatori per magazzini, per locali di lavorazione e per uso civile - Valori principali di esercizio.

17. Cristallizzatori per raffreddamento esterno o per autoraffreddamento - Relazione tra la differenza di concentrazione e di temperatura, la velocità di cristallizzazione, la grandezza dei cristalli formati ed il tipo di impianto.

Cristallizzazione per la purificazione o per la semplice separazione del prodotto e relativi tipi di impianto, di ciclo e di condizioni di funzionamento.

18. Essiccatoi ad armadio a tunnel, a tazze, a nastro, a tamburo rotante, a cilindri, a spruzzo.

Bilanci principali in un essiccatoio e criterio di scelta del tipo di impianto e delle condizioni di funzionamento in relazione al contenuto iniziale di acqua o di impregnato generico ed alle caratteristiche eventuali di quest'ultimo in relazione alle condizioni finali prescrivibili, alle tensioni superficiali e di capillarità, alla termosensibilità del prodotto da essiccare.

Essiccatoi sotto vuoto, applicabilità del vuoto alle varie forme costruttive, analogia tra l'essiccamento sotto vuoto e l'essiccamento a spruzzo.

19. Depolverazione ad umido, a secco ed elettrostatica - Vari tipi di cicloni e loro calcolo - Campi di applicazione dei vari tipi, in relazione soprattutto alle dimensioni delle particelle da separare.

20. Concetti principali della filtrazione e calcolo.

Filtri pressa a telai ed a dischi - Filtri rotanti a tamburo con pannello interno o esterno ed a dischi - Filtri a sabbia, a candela, a sacco, a rete.

Filtri sotto vuoto od a pressione: continui o discontinui - Campi di applicazione in relazione alle caratteristiche fisiche alle concentrazioni, al valore dei prodotti in gioco ed alle portate - Vari tipi di mezzi filtranti - Filtri addensatori e chiarificatori - Filtri essiccatoi - Schemi misti.

21. Centrifughe - Addensatori, chiarificatori e filtri - Calcolo meccanico e relazione invariante tra numeri di giri e resistenza dei materiali - Limiti di convenienza, campi di applicazione - Sistemi continui e semicontinui.

22. Impianti frigoriferi ad assorbimento e a compressione.

Sistemi speciali per bassi salti termici e per vari fluidi frigoriferi - Impianti continui di produzione del ghiaccio.

23. Servizi generali - Centrali termiche tradizionali e centrali e fluidi speciali Diphyl, olio diatermico e vari.

Centrali di pompaggio, di compressione, di raffreddamento - Impianti di distribuzione.

24. Materiale da costruzione - Leghe e metalli puri - Tipi di ghise, di acciai semplici e placcati - Materiali non metallici e in particolare gres, smalto, elettrografite e polimeri sintetici.

Applicazioni ai vari tipi di impianti già esaminati.

25. Fabbricati dal punto di vista funzionale e topografia degli impianti e dei servizi, in relazione alle caratteristiche ed al volume della produzione.

26. Organizzazione generale - Distinzione tra industrie utenti e industrie produttrici di impianti chimici - Analisi dei costi - Progettazione, costruzione, esercizio, manutenzione e considerazioni generali - Formule pratiche e concetti generali di ottimazione.

CHIMICA INDUSTRIALE - II

(Vedi programma al IV anno).

ELETTROCHIMICA

(Prof. ERNESTO DENINA)

Introduzione generale. — Richiamo di concetti elementari sugli elettroliti e sulla elettrolisi: leggi di Faraday, rendimenti e Voltametri.

Potenziali elettrochimici. — Richiamo dei principi fondamentali di termodinamica - Reazione elettrochimica ed elettrodi reversibili di varia specie - Struttura dello strato di transizione e potenziale elettrocinetico - Misura dei potenziali elet-

trolitici - Elettrodi campione - Determinazione della reazione elettrochimica caratteristica dal comportamento chimico e fisico dell'elettrodo.

Potenziali di diffusione. -- Cenni sul problema generale, varie possibilità di soluzioni matematiche e significato fisico relativo - Pile di concentrazione - Corto circuito elettrolitico e misure pratiche.

Polarizzazione ed elettrolisi — Elettrodi polarizzabili e forza controelettromotrice di polarizzazione - Corrente residua - Capacità di polarizzazione - Curva di polarizzazione e depolarizzazione - Curva caratteristica (i , v) - Cinetica della reazione elettrochimica e sovratensione elettrolitica - Discussione delle cause di sovratensione - Corrente limite - Squilibri anodici e passivazione - Discussione dei vari aspetti della passività elettrochimica - Condensatori e raddrizzatori elettrolitici - Elettrodi bipolari e setti metallici - Polarizzabilità di un elettrodo e distribuzione delle linee di corrente (potere penetrante) in un bagno di elettrolisi - Reazioni elettrochimiche successive concomitanti.

Studio completo di un elettrodo e teoria della corrosione. — Reazione elettrochimica principale e reazione secondaria - Isopolarizzazione e potenziali misti - Comportamento elettrochimico generale di una superficie metallica - Coppie locali - Corrosione elettrochimica: discussione del meccanismo, delle cause e dei mezzi di prevenzione.

Pile. — Caratteristiche generali e principali tipi di pile - Pile invertibili ed accumulatori - Applicazione della teoria allo studio completo dell'accumulatore al piombo.

Determinazioni elettrochimiche. — Applicazioni varie - Elettrodi per la misura del pH - Elettrodo a vetro - Titolazioni varie - Principi di polarografia.

Applicazioni tecniche della elettrolisi. — Studio dei depositi catodici - Anodi insolubili ed anodi solubili - Modalità di soluzione degli anodi e formazione di precipitati anodici - Comportamento delle impurità nel bagno e agli elettrodi - Studio completo di un bagno di elettrolisi.

Discussione delle principali lavorazioni elettrochimiche. — Processi di ossidazione e riduzione elettrolitica - Elettrolisi dei cloruri alcalini - Processi di raffinazione elettrolitica di metalli con particolare esempio del rame - Processi di elettrometallurgia per via acquosa con particolare esempio dello zinco - Elettrolisi dei sali fusi: caratteristiche peculiari ed esempio di discussione del processo di elettrolisi dell'alluminio - Principi ed applicazioni della elettrochimica dei gas.

Principi di elettrotermia. — Forni elettrici di vario tipo - Principi di funzionamento e caratteristiche elettriche del forno ad arco e dei forni ad induzione - Principali tipi di forni in uso.

COSTRUZIONI DI MACCHINE E TECNOLOGIE

(Prof. PASQUALE CALDERALE)

Materiali metallici e non metallici usati nelle costruzioni: acciai, ghise, bronzi, ottoni, leghe leggere, leghe speciali, gomme, materie plastiche, termoplastiche e termoidurenti - Composizioni, tecnologie, caratteristiche fisiche e meccaniche.

Resistenza a fatica indefinita e a tempo - Effetti di intaglio - Scorrimento a caldo - Smorzamento interno.

Descrizione, disegno, proporzionamento e montaggio dei principali organi delle macchine.

Collegamenti chiodati, collegamenti saldati, collegamenti forzati a caldo e a freddo, collegamenti con viti - Chiavette, linguette, spine, accoppiamenti scanalati. Assi e alberi.
 Cuscinetti a strisciamento portanti e di spinta.
 Cuscinetti a sfere e a rulli portanti e di spinta e relative regole di montaggio.
 Tamponi elastici.
 Molle di flessione e di torsione, Belleville ecc.
 Giunti rigidi, semielastici ed elastici - Giunto di Cardano.
 Frizioni e innesti: analisi della manovra di innesto.
 Funi metalliche.
 Pulegge, tamburi, freni di vario tipo.
 Recipienti in pressione chiodati e saldati.
 Tubi e loro giunzioni.
 Flange.
 Organi di intercettazione.
 Cenni sui problemi di vibrazione - Velocità critiche flessionali - Sospensioni elastiche.
 Calcolo dei dischi rotanti a forte velocità - Costruzione e proporzionamento degli ingranaggi.
 Cenni sui principali procedimenti tecnologici per la lavorazione dei metalli.
 Lavorazione ad asportazione di truciolo:
 tornitura, foratura, alesatura, fresatura;
 limatura, piallatura, brocciatura;
 rettificatura, lisciatura, superfinitura, affilatura.
 Fonderia.
 Lavorazione per deformazione plastica:
 fucinatura, laminazione, estrusione, trafilatura, lavorazioni sulle lamiere.
 Cenni su elettroformatura, fusione sotto vuoto, sinterizzazione, lavorazione elettrochimica, formatura ad esplosivo, formatura per rullatura, ricoprimento con spruzzatura mediante plasma - Macchine utensili comandate a programma.
 Nelle esercitazioni vengono svolte applicazioni differenziali a seconda dei vari corsi di laurea, con particolare riguardo alla lettura e all'esecuzione del disegno meccanico.

A scelta:

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

A scelta:

MISURE CHIMICHE E REGOLAZIONI

(Prof. MAURIZIO PANETTI)

I. - Teoria degli errori.

Significato di misura - Metodi di misura: di deviazione e di zero - Prontezza, precisione e sensibilità di una misura - Errori e scarti.

Funzione di distribuzione normale degli scarti e degli errori secondo Gauss - Errore quadratico medio (deviazione stand); errore della media; errore probabile; errore vero.

Propagazione degli errori e applicazioni - Errore assoluto e errore relativo - Errore relativo limite di un prodotto, di un quoto, di una somma, di una differenza. Calcolo degli errori col metodo dei minimi quadrati.

II. - Misura delle grandezze fondamentali.

Misura:

delle temperature. Termometri a gas, a liquido e a tensione di vapore; termometri bimetallici; termometri a resistenza.

Coppie termoelettriche: generalità e applicazioni.

Misure di alte temperature con ardometri e pirometri a radiazione parziale;

della pressione. Manometri metallici, a liquido, a resistenza elettrica (*strain-gage*);

del vuoto. Vuotometri di McLeod e derivati; di Knudsen, a conduttività termica (Pyroni), a termocoppia, a ionizzazione termica;

delle tensioni di vapore. Metodi statici, dinamici e di traspirazione per componenti puri - Apparecchi di Othmer, di Cottrel e di Colburn per sistemi liquidi binari, ternari, ecc.;

dell'umidità e del punto di rugiada. Generalità - Umidità assoluta e relativa - Igrometro assoluto; psicometri a bulbi termometrici ed elettrici - Misuratori del punto di rugiada;

delle portate. A perdita di carico variabile e ad area variabile (a perdita di carico costante) - Misuratori di pressione differenziale - Rotametri e flussimetri;

dei livelli. Misuratori a gorgogliamento di gas, a sonda pneumatica, a capacità elettrica, a riflessione di ultrasuoni, ad assorbimento di raggi X.

III. - Regolazione.

Generalità - Elementi costitutivi di un sistema di controllo.

Esame analitico del comportamento di un sistema non regolato - Risoluzione e discussione della equazione di second'ordine.

Analogie meccaniche, termiche, elettriche, idrauliche.

Elemento finale di controllo: valvola - Caratteristiche delle valvole: lineari ed esponenziali - Dimensionamento delle valvole per liquidi, vapori e gas; formule valide in regime critico e ipercritico.

Modi di regolazione: regolazione tutto o niente, proporzionale (P), integrale (I), derivata (D) - Combinazione dei vari modi di regolazione.

Regolatori pneumatici e relais pneumatici - Principio della controreazione; schema nel caso di un regolatore P., P.I., P.D. e P.I.D. - Modulatore pneumatici - Trasduttori di spostamenti e di forze - Amplificatori pneumatici.

Regolatori idraulici, elettrici ed elettronici (cenni).

Ottimalizzazione della regolazione - Regole di Nichols e Ziegler.

Esame analitico di un processo regolato per i tre casi con regolatore proporzionale, proporzionale e derivato, proporzionale derivato e integrale.

La trasformata di Laplace e il problema della trasformazione inversa - Esempi di trasformata di diverse funzioni; applicazione ai circuiti elettrici RC e RL.

Funzione di trasferimento; sua rappresentazione nel piano complesso - Criterio di stabilità di Nyquist.

Esempi di impianti chimici regolati automaticamente e strumentazione relativa.

IV. - *Analisi in continuo.*

Metodi chimico-fisici che si basano su misure:

di indice di rifrazione, di viscosità e di densità di fluidi - Apparecchi in continuo;

di assorbimento di radiazioni nell'ultravioletto, nel visibile e nell'infrarosso - Generalità - Legge di Lambert e Legge di Beer: validità e limiti - Turbidimetria e nefelometria - Colorimetri, fotometri, spettrofotometri - Fotocellule - Fotomoltiplicatori - Apparecchiature in continuo;

di grandezze elettrochimiche: pH, capacità elettrica e conducibilità elettrica, quantità di elettricità (colombometria) - Generalità - Apparecchi in continuo;

di gascromatografia - Generalità e principi - Detettori a conducibilità termica con termistori e filamento, a ionizzazione di fiamma, a cattura di elettroni - Apparecchiature in continuo;

di fluorescenza a raggi X;

di spettrometria di massa - Generalità: equazione fondamentale - Apparecchiature a focalizzazione elettromagnetica, a tempo di fuga, a radio-frequenza;

di risonanza magnetica nucleare (R.M.N.);

di radioattività (analisi per attivazione);

termometriche (termobilancia);

di conducibilità termica - Analizzatori di miscele gassose con particolare riguardo a determinazioni di idrogeno, ossigeno, anidride carbonica, ossido di carbonio, anidride solforosa e metano;

analizzatori speciali in continuo per determinazioni di ossigeno, di anidride carbonica e di umidità;

analizzatori in continuo per la determinazione di silice e della durezza di un'acqua.

A scelta:

TEORIA E SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI

(Prof. GIOVANNI SARACCO)

1. Tecnica di risoluzione dei problemi.
2. Stechiometria e relazioni di composizione.
3. Il comportamento dei gas ideali.
4. Tensioni di vapore - La vaporizzazione - Effetto della temperatura sulle tensioni di vapore - I diagrammi della tensione di vapore - Diagrammi con sostanza di riferimento - Calcolo delle proprietà critiche delle sostanze - Pressioni critiche e tensioni di vapore dei composti organici - Tensione di vapore di liquidi non miscibili - La legge di Raoult - Soluti non volatili.
5. Solubilità e cristallizzazione - Dissoluzione - Solubilità di solidi che non formano solvati - Solubilità di solidi che formano solvati con punti congruenti e con punti incongruenti - Cristallizzazione.
6. Bilanci di materia.
7. Termofisica - Energia interna, esterna e di transizione - Unità energetiche - Bilanci energetici - Entalpia e bilancio di calore - Il calore specifico dei gas - Equazioni empiriche dei calori specifici dei gas e dei liquidi - Il calore di vaporizzazione - Il calore di vaporizzazione dai diagrammi con sostanze di riferimento - Effetto della pressione sul calore di reazione - Calori di reazione a pressione costante e a

volume costante - Effetto della temperatura sul calore di reazione - Cambiamenti di entalpia in reazioni con differenti temperature - Temperature di reazione - Reazioni adiabatiche e non adiabatiche.

8. Gli equilibri nelle reazioni chimiche - Equazioni termodinamiche - Calcolo delle costanti di equilibrio - La conversione di equilibrio.

9. Cinetica - Velocità di reazione - Variabili influenzanti la velocità di reazione - Interpretazione dei dati cinetici nei sistemi di discontinui e continui.

10. Introduzione al progetto dei reattori chimici - Classificazione dei reattori secondo le caratteristiche operative e geometriche - Equazioni di progetto dei reattori discontinui, continui tubolari e a caldaia, semicontinui - Velocità spaziale e tempo di reazione - Reattori omogenei ed eterogenei.

11. Reattori omogenei discontinui a caldaia - Isoterme, non isoterme e adiabatici.

12. Reattori omogenei continui - Reattori tubolari isoterme e non isoterme - Reattori a caldaia singoli ed in serie.

13. Reattori semicontinui - Densità costante - Reazioni del 1° ordine e di ordine superiore.

14. Flusso non ideale - Distribuzione dei tempi di permanenza dei fluidi nei reattori - Le funzioni I, E, C, F e relazioni tra le medesime - Media e varianza della distribuzione - Processi lineari e non lineari - Conversione calcolata direttamente dalle informazioni del tracciante.

15. Catalisi e cinetica catalitica - I catalizzatori solidi - Fasi della catalisi - Il concetto di HRU.

16. Trasferimento di materia e calore dei reattori - Introduzione - Trasferimento di calore nei reattori discontinui - Trasferimento di calore e materia nei reattori continui omogenei - Trasferimento di calore radiale nei reattori a letto fisso - Trasferimento di materia nei letti fissi - Trasferimento di calore e materia tra particelle solide e un fluido - Valutazione quantitativa della conduttività termica effettiva - Processi meccanici - Processi termici - Processi diffusionali - Processi chimici - Reazioni omogenee - Reazioni eterogenee - Il concetto di regime - I criteri di similitudine e le equazioni di scala - Regime dinamico - Viscosità controllante - Gravità controllante - Tensione superficiale controllante - Regime termico - Convezione naturale - Radiazione controllante - Regime chimico - Controllo di massa (reaz. omogenee) e controllo di superficie (reaz. eterogenee) - Regime misto.

17. Progetto dei reattori catalitici per reagenti gassosi.

18. Il principio di similitudine. Similitudine geometrica, meccanica, termica e chimica.

19. Criteri di similitudine ed equazione di progetto - Equazioni differenziali.

A scelta:

TECNOLOGIE CHIMICHE SPECIALI

(Prof. MARIO MAJA)

Tecnologia di circuiti elettrici interessanti l'industria chimica.

Apparecchi di protezione - Apparecchi di manovra - Apparecchi di regolazione delle principali macchine elettriche utilizzate nell'industria chimica - Macchine in c.c. - Convertitrici - Mutatori - Raddrizzatori - Convertitore a contatti - Campo di utilizzazione delle macchine usate nella conversione - Sottostazioni di conversione - Circuiti di carica e di utilizzazione delle batterie stazionarie di accumulatori.

Modalità per la misura delle grandezze elettriche.

Strumenti di misura per c.c. e per c.a. - Misura della potenza, della energia e del fattore di potenza negli impianti industriali.

Generalità sulle tecnologie elettrochimiche.

Materiali usati - Modalità di costruzione delle celle e loro disposizione - Apparecchiatura di misura e di controllo.

Galvanostegia.

Cicli di lavoro, bagni per galvanostegia e macchinario usato - Prove sui rivestimenti metallici - Cenni sul decappaggio elettrolitico e sulla lucidatura - Cenni sulla anodizzazione dell'alluminio.

Tecnologia dei processi idroelettrometallurgici.

Produzione e raffinazione del rame - Produzione e raffinazione dello zinco - Lavorazione dei residui di lisciviazione per la produzione del cobalto - Produzione del nichel e ricupero dei fanghi anodici - Produzione elettrolitica del manganese - Produzione del cromo e rigenerazione dell'acido cromico usato nei processi di ossidazione - Metallurgia delle amalgame e produzione del cadmio - Raffinazione del piombo per via elettrolitica - Produzione dell'idrogeno e dell'ossigeno - Produzione e raffinazione dell'oro e dell'argento - Metallurgia di metalli rari per via elettrochimica (Ga, Ge, Th, ...).

Tecnologia dell'elettrolisi del cloruro di sodio.

Vari tipi di celle usate per la produzione della soda caustica, dei perclorati e dei clorati - Modalità delle varie lavorazioni.

Tecnologia dei processi elettrometallurgici con sali fusi.

Costruzione delle celle e dei relativi elettrodi - Celle per la produzione dell'alluminio, del magnesio, del calcio, del sodio, del berillio e litio.

Tecnologie elettrotermiche.

Forni a resistenza - Forni ad induzione - Macchine per la produzione dell'alta frequenza a scopi industriali - Tecnologia della fusione a zone - Forni ad arco e modalità di installazione - Produzione del fosforo e del carburo di calcio.

Accumulatori elettrici e pile.

Costruzione delle varie piastre usate nella tecnica - Produzione di accumulatori al piombo - Produzione di accumulatori alcalini - Cenni sulle pile e sulle fuel-cells.

A scelta:

MISURE TERMICHE E REGOLAZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

A scelta:

SIDERURGIA

(Prof. AURELIO BURDESE)

Chimico-fisica dei processi siderurgici. — Esempi siderurgici di sistemi omogenei - Studio chimico fisico degli equilibri omogenei - Legge dell'azione di massa - Concetti di concentrazione e di « attività » - Esempi siderurgici di sistemi eterogenei - Studio degli equilibri eterogenei in base all'estensione della legge dell'azione di massa ed alla regola delle fasi - Legge di ripartizione - Equilibri metallo-scoria - Termodinamica dei processi siderurgici - Funzioni termodinamiche - Energia libera - Misura dell'attività chimica mediante la variazione del potenziale termodinamico - Entropia - Equazioni termodinamiche - Isocora di van't'Hoff - Formule di Ulich - Equazione di Clapeyron-Carnot e Matignon-Le Chatelier.

La combustione nei processi siderurgici. — Caratteristiche dei combustibili - Energia utilizzabile da un combustibile - Composizione dei fumi - Fenomeni di dissociazione e loro incidenza sulla temperatura di combustione - Preriscaldamento dei gas - Ricupero di calore - Utilizzazione di idrogeno ed ossido di carbonio come gas riducenti - Classificazione dei forni siderurgici e controllo della combustione - Pirometri, registratori, regolatori.

Riduzione degli ossidi. — Misura della riducibilità degli ossidi dell'affinità metallo-ossigeno e dalla variazione dell'energia libera - Riduzione diretta e indiretta degli ossidi dei metalli non volatili - Caratteristiche chimiche, cristallografiche e magnetiche degli ossidi di ferro - Ossidi non stechiometrici: wüstite - Riduzione degli ossidi di ferro - Riduzione diretta ed indiretta - Equilibri di riduzione con idrogeno e con ossido di carbonio - Isobare e isoterme di equilibrio - Andamento della riduzione in funzione della temperatura: diagrammi di Chaudron e di Schenck - Calcolo della tensione di ossigeno dei sistemi costituiti dagli ossidi di ferro in corso di riduzione - Riduzione dei silicati - Riduzione degli ossidi di ferro in presenza di silice - Fayalite - Riduzione dei ferriti di calcio ed azione della calce sugli equilibri di riduzione degli ossidi di ferro - Riduzione in presenza di allumina e magnesia - Ercinite e ferriti di magnesio - Effetto di silice, calce, allumina e magnesia contemporaneamente presenti sull'andamento degli equilibri di riduzione degli ossidi di ferro a varie temperature - Riduzione con metalli (alluminoterma) - Affinità ferro-carbonio - Equilibri di carburazione.

Fabbricazione della ghisa. — Composizione e costituzione dei minerali di ferro - Impurezze influenti sui trattamenti siderurgici - Costituzione della ganga - Situazione mondiale dei giacimenti di minerali di ferro - Operazioni preventive per la preparazione dei minerali - Frantumazione e macinazione - Arricchimento per flottazione - Arricchimento magnetico diretto od eseguito dopo arrostitimento magnetizzante - Trattamenti preliminari - Essiccamento - Calcinazione - Torrefazione - Bricchettaggio mediante agglomerati a freddo - Processi di agglomerazione per via ignea ed in ambiente riducente - Arrostitimento con forni a tunnel, a suole multiple, arrostitimento continuo su griglie ed in forni rotanti - Possibilità di utilizzazione delle piriti dopo torrefazione ossidante - Preparazione del coke siderurgico e sue caratteristiche di impiego - Refrattari per l'alto forno - Progettazione e calcolo delle dimensioni utili dell'alto forno - Meccanismi di caricamento - Preriscaldamento del vento (Cowpur) - Ugelli, tubiere e macchina soffianti - Impianto completo di produzione della ghisa - Riduzioni in alto forno: ossidi di ferro, ossidi non ferrosi ed anidridi - Entità delle riduzioni dirette ed indirette - Gas d'altoforno - Carburazione del bagno metallico - Scorie - Sistemi di scorie - Formazione e funzione delle scorie - Composizione della ghisa a seconda della marcia dell'altoforno - Inconvenienti di marcia - Riparazioni in opera ed arresto dell'altoforno - Bilancio termico

dell'altoforno - Altoforno elettrico - Forni elettrici ad arco-resistenza per produzione di ghise speculari e ferroleghie contenenti silicio, manganese e cromo.

Lavorazione ed utilizzazione della ghisa. — Colata della ghisa - Seconda fusione: processi al crogiolo, al riverbero al cubilotto - Cubilotto basico e produzione di ghise legate - Forni ad arco e ad induzione per la fusione della ghisa - Ghisa sferoidale ottenuta per colata diretta - Ghisa mehanitica - Ghise fosforose da getto e da affinazione - Trattamenti termici delle ghise - Caratteristiche chimiche, tecnologiche e strutturali delle ghise in relazione alle possibilità pratiche di utilizzazione.

Fabbricazione dell'acciaio. — Principi chimico-fisici dei processi di affinazione - Reazioni nel bagno metallico - Relazioni di specie chimiche in fase liquida nei sistemi ferro-carbonio-ossigeno; ferro-silicio-ossigeno; ferro-manganese-ossigeno; ferro-fosforo-ossigeno; ferro-zolfo-manganese-ossigeno - Preaffinazione della ghisa in mescolatore - Desolfurazione per precipitazione e per ripartizione - Desolfurazione in secchia con carbonato sodico - Convertitori Bessemer e Thomas - Progettazione e bilancio termico - Processi di affinazione al convertitore - Forni Martin Siemens - Progettazione - Bilancio termico - Affinazione al Martin, su suola acida e basica - Utilizzazione dell'ossigeno in Martin come comburente e affinanone diretto del bagno metallico - Processi speciali: Talbot, Monell, Bertrand-Thiel, Hösch - Convertitori ad ossigeno; processo L. D., Kaldo ed a rotore orizzontale - Funzione della scoria nell'affinazione - Studio chimico-fisico degli equilibri di disossidazione - Tecnica della disossidazione e del calmaggio degli acciai - Processo Perrin - Acciai effervescenti - Processo al crogiolo - Puddellaggio ed affinazione al basso fuoco - Produzione diretta del ferro e dell'acciaio - Processi Durrer, Renn-Krupp, Höganass, Kalling - Caratteristiche dei forni rotanti utilizzati in siderurgia - Riduzione con miscele gassose contenenti idrogeno - Utilizzazione della spugna di ferro - Affinazione con forni elettrici ad arco-resistenza - Disossidazione in forno elettrico - Forni ad induzione a bassa ed alta frequenza.

Lavorazione ed utilizzazione dell'acciaio. — Colata in lingottiera - Fenomeni di ritiro - Fenomeni di liquazione - Formazione di inclusioni solide e gassose - Struttura macrocristallina del lingotto - Forni di omogeneizzazione - Sbozzatura e lavorazione meccanica dei lingotti - Ricottura di officina - Laminazione, trafilatura, forgiatura, stampaggio - Preparazione di acciai speciali - Fusione e colata sotto vuoto e in atmosfera controllata - Colata continua - Colata per centrifugazione - Caratteristiche degli acciai in funzione delle modalità di preparazione e lavorazione - Acciai d'uso comune - Acciai al carbonio per bulloneria, lamiere, taglianti e macchine utensili - Acciai al carbonio per indurimento superficiale mediante fiammatura o tempra ad induzione - Acciai non legati per usi speciali - Acciai legati per costruzione; per cementazione, nitrurazione e bonifica - Acciai legati per molle, valvole, alberi, stampi, taglianti, utensili - Leghe rapide e materiali metallo-ceramici - Acciai per l'industria petrolifera, chimica e per applicazioni speciali - Acciai inossidabili - Materiali per turbina a gas e motori a turbina - Superleghe ed acciai resistenti a fenomeni di ossidazione accelerata - Particolarità sui trattamenti termici e superficiali - Influenza delle modalità di fabbricazione, di lavorazione e di esecuzione di trattamenti termici sul comportamento degli acciai in opera - Possibili cause di rotture - Inneschi meccanici di cricche - Rotture ad urto ed a fatica - Fenomeni di invecchiamento - Fragilità a bassa temperatura, fenomeni di scorrimento viscoso a caldo.

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA

(Prof. FEDELE ABBATTISTA)

Acque potabili ed industriali. — Criteri di potabilità di un'acqua - Filtrazione - Sterilizzazione - Acque di rifiuto - Acque industriali - Durezza temporanea e permanente - Processi alla calce soda e al fosfato - Processo al permutite e con resine scambiatrici di ioni - Fragilità caustica - Metodi industriali per la distillazione dell'acqua: effetti multipli per termocompressione.

Combustibili. — Temperatura di accensione e di infiammabilità - Limiti di infiammabilità - Potere calorifico - Bomba Mahler e calorimetro di Junkers - Aria teorica per la combustione completa - Composizione dei fumi - Temperatura teorica di una fiamma - Combustibili solidi e combustibili gassosi - Gas illuminante - Gas d'aria e gas d'acqua - Combustibili liquidi - Carburanti - Lubrificanti - Viscosità.

Richiami alla chimica generale. — Equilibri eterogenei - Diagrammi binari solido-liquido - Cenni sui diagrammi ternari.

Laterizi. — Materie prime - Argille: origine - Costituzione, analisi, plasticità - Comportamento della caolinite al riscaldamento - Formatura e cottura dei laterizi - Classificazione e saggi tecnici sui laterizi - Prodotti ceramici a pasta porosa vetrinati e non vetrinati - Prodotti ceramici a pasta compatta: porcellane, grès - Cenni sui materiali refrattari.

Cementanti aerei. - Calci aeree - Analisi del calcare - Forni a calce - Malte di calce - Presa e indurimento - Classificazione e norme di legge sulle calci aeree - Gesso: presa e indurimento - Aggressività delle malte di gesso - Cemento Sorel - Cementanti idraulici - Calci idrauliche - Cemento Portland - Preparazione e costituzione del clinker - Caratteristiche e composizione di un cemento Portland - Effetti delle acque dilavanti e delle acque solfatiche sul calcestruzzo - Cementi bianchi - Cementi ferrici: proprietà e resistenza chimica - Cementi alluminosi: costituzione e proprietà - Cementi di miscela, di scorie e pozzolanici - Prescrizioni ufficiali e saggi

tecnici sui leganti idraulici - Calore di idratazione dei cementi e suoi riflessi sulla temperatura dei getti - Analisi dei calcestruzzi.

Il vetro. — La materia allo stato vetroso - Classificazione, preparazione, costituzione chimica dei vetri - Vetro comune - Vetri speciali e vetri d'ottica.

Metalli ferrosi. — Minerali di ferro - Riduzione degli ossidi di ferro - Preparazione della ghisa - Altoforno - Produzione dell'acciaio - Affinazione in convertitore e su suola - Processi al forno elettrico - Diagramma di stato Fe-C - Struttura e trattamenti termici degli acciai - Acciai al carbonio - Acciai speciali - Ghise speciali - Trattamenti di malleabilizzazione della ghisa - Ferri per calcestruzzi armati e fili di acciaio per cemento armato precompresso - Fenomeni di corrosione su materiali ferrosi - Protezione dei materiali ferrosi.

Alluminio. — Processo Bayer per la produzione di allumina - Elettrolisi dell'allumina - Alluminio di prima fusione e raffinal - Leghe leggere da getto e trattamento termico - Resistenza alla corrosione delle leghe di alluminio - Trattamenti di ossidazione anodica.

Rame. — Minerali - Metallurgia ignea - Raffinazione elettrolitica - Ottoni - Bronzi - Bronzi speciali - Resistenza alla corrosione delle leghe di rame - Protezioni galvaniche delle leghe di rame.

Legno. — Legnami da costruzione - Processi di impregnazione antimicotica ed ignifugante del legno - Trattamenti di stabilizzazione dimensionale del legno - Compensati - Panforti - Masonite.

Materie plastiche. — Classificazione - Resine termoplastiche e termoindurenti - Polimerizzazione e policondensazione - Resine per vernici e colle - Laminati plastici - Tubazioni in materie plastiche - Resine per pavimentazione - Resine espanse - Isolanti termici ed acustici.

ESERCITAZIONI

Analisi delle acque. — Saccio idrotimetrico - Calcoli relativi alla eliminazione della durezza delle acque.

Combustibili. — Determinazione del potere calorifico con bomba di Mahler, di Kröcker e calorimetro di Junkers - Calcolo del potere calorifico del calore di combustione - Calcolo dell'aria necessaria alla combustione e del potenziale termico - Misura delle alte temperature.

Analisi dei gas. — Apparecchio di Orsat - Determinazione della densità - Analisi dei fumi - Calcolo della temperatura teorica di combustione.

Saggi sulle benzine e sui lubrificanti. — Apparecchi di Martens-Pensky, Abel e Marcusson - Viscosimetri di Engler e di Höppler.

Argille, refrattari, calce. — Analisi chimica delle argille e dei refrattari argillosi - Analisi delle calci e del calcare.

Leganti idraulici. — Analisi chimica e prove tecnologiche sui cementi - Calcolo dei moduli.

Metalli. — Analisi dei minerali di ferro e dei prodotti siderurgici - Dosamento del carbonio, zolfo e fosforo negli acciai.

ARCHITETTURA TECNICA - I

(Prof. AUGUSTO CAVALLARI MURAT)

1° *Metodologia attinente all'architettura come tecnica o come arte.* — Classificazioni dei materiali da costruzione (secondo Seidl, Lambertz ed altri) in base a concetti di individualità architettonica, geometrica, meccanica, ecc.

Relazioni tra gli stili storici, le forme strutturali ed i problemi distributivi attuali; cenni sulle teorie estetiche delle proporzioni armoniche e del linguaggio architettonico; relazioni tra l'azione tecnica e l'azione artistica; unificazioni.

2° *L'evoluzione formale nelle principali tecniche costruttive in relazione alla utilizzazione meccanica ed a esigenze razionali-funzionali.* — Architetture lignee (strutture portanti, strutture di chiusura e protezione; elementi decorativi per l'esterno e per l'interno; armature di servizio in impianti di cantiere, ecc.) - L'architettura del ponte in legno.

Costruzioni lapidee e laterizie (strutture portanti con particolare riguardo agli archi, alle volte, alle cupole; strutture di chiusura e divisione; sovrastrutture di rivestimento protettivo e decorativo con particolare riguardo a paramenti e tegole; elementi decorativi ed accessori in ceramica, maiolica, porcellana; ausili del laterizio e della pietra ad altre tecniche, ecc.) - Ponti in pietra.

Architetture in materiali metallici (cenni sulle strutture portanti preferite dall'edilizia; strutture di chiusura e protezione, con particolare riguardo agli infissi e serramenti ed alle lamiere stampate per pannellature; curtain-walls; elementi complementari di guarnizione ed arredamento) - L'architettura del ponte metallico.

Architettura in cemento armato ordinario e precompresso con particolare riguardo alla prefabbricazione per l'edilizia di strutture portanti, con cenni intuitivi sulla evoluzione delle grandi coperture a volta o cupola sottile; la pratica nella tecnica delle fondazioni in calcestruzzo semplice ed armato; prefabbricazione di elementi di finitura - L'architettura dei ponti in cemento armato.

Strutture architettoniche sfruttanti altre tecnologie e tecniche (Cenni sulle utilizzazioni delle materie plastiche, dei vetri, dei tessuti, pellami, cartoni e carte, ecc.).

3° *Commento all'inserimento nei fabbricati di particolari strutture tipiche.* — L'accordo fra le differenti deformazioni degli elementi strutturali in composizione per effetto di azioni deformanti di natura meccanica, termica, igroscopica, ecc.; le schematizzazioni ideali e la strutturazione di congruenza realizzativa: concetti di condizioni vincolari e l'esperienza; concetti di giunti di dilatazione localizzati.

L'accordo tra le deformazioni di strutture maestre portanti e sovrastrutture; concetto di giunto di dilatazione diffuso più o meno localizzato; il perlinaggio, la pannellatura; le stratificazioni compensate dei manti impermeabilizzanti e dei setti coibenti, ed altre strutturazioni di congruenza deformativa.

Accordo tra le strutture di elevazione e strutture di fondazione, specialmente nei riguardi di concetti intuitivi della meccanica dei terreni; riepilogo sulla tecnica delle fondazioni con particolare riguardo all'evoluzione del macchinario di cantiere.

La regolazione termica dell'edificio con accorgimenti di natura architettonica; evoluzione delle strutture murarie oltrechè come membrature portanti, come membrature di chiusura; cenni sul soleggiamento, cenni sui materiali e alle strutture coibenti.

La illuminazione naturale ed i collegati problemi architettonici; tecnica degli infissi e serramenti sotto tale riguardo; problemi decorativi delle pareti vetrate.

La difesa dell'edificio dall'umidità atmosferica e sotterranea (neve e pioggia; stravento; acque superficiali e falde freatiche; acque di condensazione e nebbie; umidità trasmigrante per capillarità; gelo e disgelo; l'intercettazione e la raccolta delle acque; ventilazione di spazi vuoti e di masse porose - Esemplicazioni (tetti e falde, tetti piani, grondaie e pluviali, condutture di raccolta d'acqua bianca, drenaggi, intercapedini, infernotti, vespai, canne e camini di ventilazione, bonifiche di edifici umidi, ecc.).

Il problema della ventilazione naturale negli edifici; particolari costruttivi - Il ricambio di aria - Il vento e le sue azioni sull'edificio - Gli spifferi e la tecnica per la loro eliminazione nei serramenti antichi e attuali; le guarnizioni di tessuto e di gomma - Relazioni tra condizionamenti naturale e artificiale.

La difesa dell'edificio dai rumori; materiali e strutture coibenti - Correzioni acustiche di ambienti.

4° *Commento all'inserimento nei fabbricati di particolari impianti tecnici in base ad esigenze di architettura.* — Le vie interne di comunicazione e trasporto; scale fisse e mobili, ascensori, montacarichi, posta pneumatica, nastri trasportatori, ecc.; cenni storico-evolutivi; materiali e forme determinate dell'architettura o determinanti nell'architettura; unificazione e regolamentazione ufficiale, specialmente per gli ingombri.

Concetti del coordinamento architettonico dei servizi idraulico-igienici; di approvvigionamento idrico; di fognatura; di raccolta ed eliminazione delle spazzature; di ventilazione ausiliaria.

Concetti per il coordinamento architettonico degli impianti termici e di condizionamento dell'aria; cenni storico-evolutivi in riferimento all'architettura tradizionale e all'edilizia nuova ad essi prevalentemente informata; canne e condotti murari; regolamentazione ufficiale specialmente in tema di benessere fisiologico e di ingombri di servizio.

Problemi architettonici connessi agli impianti elettrici e di altre sorgenti energetiche; cenni sull'architettura della luce.

5° *Illustrazione di norme pratiche in tema di progettazione e di direzione dei lavori.* — Coordinamento del progetto con la direzione dei lavori e con i problemi della contabilità; delle analisi edilizie; dell'etica professionale - Gli imprenditori e l'organizzazione dell'impresa e del cantiere come fattori determinanti particolari ideazioni artistiche.

6° *Argomenti monografici variabili di anno in anno* (per integrazione culturale e per aggiornamento con l'evoluzione della tecnica).

Oggetto delle esercitazioni.

Rilievo antologico di particolari esecutivi e di schemi costruttivi negli argomenti illustrati dal corso di lezioni - Loro raccolta sotto forma di « Schedario Tecnico Antologico ».

Prove estemporanee di invenzione da eseguirsi in aula.

Progettazione e disegno di elaborati del tipo « esecutivi ».

LITOLOGIA E GEOLOGIA APPLICATA

(Prof. LUIGI PERETTI)

Parte I. - Litologia generale e applicata.

Fondamenti mineralogici della litologia. — Stato cristallino - Anisotropia dei cristalli - Struttura reticolare - Simmetria dei reticoli e degli individui cristallini - Proprietà fisiche dei cristalli: densità proprietà elettriche e magnetiche; proprietà relative all'elasticità e alla coesione; proprietà organolettiche - Polimorfismo e isomorfismo - Processi minerogenetici naturali; paragenesi - Minerodiagnosi.

Richiami di mineralogia descrittiva per la specie minerali d'interesse petrografico.

Litologia generale. — Definizione di roccia - Stadio petrografico ottico delle rocce; psammografia - Leggi fisico-chimiche del consolidamento magmatico; diffe-

renziamenti magmatiche - Classificazione e descrizione dei tipi di rocce intrusive ed effusive: paleovulcaniche e neovulcaniche.

Processi litogenetici esogeni: alterazione, erosione, sedimentazione, diagenesi: classificazione e descrizione dei tipi di rocce sedimentogene.

Processi fisico-chimici del metamorfismo - Classificazione e descrizione dei tipi di rocce metamorfogene.

Litologia applicata alle pietre da costruzione. — Requisiti applicativi delle pietre da costruzione in rapporto alle loro caratteristiche litomineralogiche, generali e specifici per le diverse categorie: da muratura ordinaria, da taglio, da pavimentazione, da massciata stradale e ferroviaria, da decorazione, per inerti da agglomerati cementizi, ecc. - Criteri e metodi di determinazione sperimentale.

Ricerca, prospezione e valutazione metrica dei giacimenti di materiali litoidi - Apertura e gestione delle cave a giorno: cave in roccia, in terreni incoerenti o semicoerenti - Lavorazioni delle pietre fino alla messa in opera.

Giacimenti di pietre tipiche della regione italiana: impieghi e produzione.

Parte II. - Geologia applicata.

Fondamenti geologici delle opere dell'ingegneria civile. — Ipotesi e metodi di lavoro delle scienze geologiche.

Struttura fisica del geoide e della litosfera in particolare - Meccanica della litosfera: isostasi e orogenesi; cicli orogenetici della Regione italiana.

Fenomeni vulcanici e perivulcanici: geomorfologia delle regioni vulcaniche - Distretti vulcanici recenti e attuali nelle Venezie, nel versante tirrenico dell'Appennino, in Sicilia e Sardegna.

Cicli magmatici - Intrusioni magmatiche e loro configurazione - Formazioni intrusive dei cicli ercinico e alpino nella Catena alpina, in Calabria e Sardegna.

Fattori geofisici, climatici, morfologici e biologici del modellamento esogeno - I processi e i paesaggi erosivi nelle regioni montane e di pianura - Forme e paesaggi d'accumulo: conoidi detritiche, colmate alluvionali di varia origine, depositi morenici ed eolici, con particolare riferimento al bacino geografico del Po.

Cenni di stratigrafia e paleogeografia - Stratigrafia delle formazioni alpine ed appenniniche.

Evoluzione profonda delle rocce: metamorfismo regionale e dinamometamorfismo - Metamorfismo progressivo e regressivo - Migmatizzazione dei sedimenti.

Elementi di tettonica: regioni e stili tettonici a comportamento plastico e rigido: strutture a tavolati, a pieghe, a ricoprimenti, a faglie - Tettonica delle catene alpina ed appenninica.

Elementi di geoidrologia: origine e movimento delle acque sotterranee - Geoidrologia della pianura padana.

Geologia pratica. — Metodi e tecnica del rilevamento geologico - Elaborazione e raccordo dei dati d'osservazione - Redazione della carta geologica - Lettura e interpretazione delle carte geologiche - Problemi di stratimetria - Costruzione di profili geologici - Ricostruzioni paleogeografiche.

Assaggi e sondaggi per la ricognizione geognostica del sottosuolo. La prospezione geofisica applicata alle opere dell'ingegneria civile.

Geologia delle costruzioni e delle vie di comunicazione. — Fattori geologici (litologici, tettonici, geomorfologici) che determinano o influenzano il comportamento meccanico delle rocce e dei terreni in posto. - Caratteri geomeccanici delle rocce: deformabilità, resistenza meccanica, fratturazione naturale, lavorabilità, impregnabilità e permeabilità alle acque - Cenni sui metodi di misura in posto.

Caratteri geotecnici dei terreni: granulometria, coesione, deformabilità, resistenza meccanica, comportamento in rapporto alle acque d'imbibizione - Cenni sui metodi di misura in posto e su provini.

Stabilità dei versanti in rapporto ai fattori geologici: bonifiche di terreni franosi.

Problemi geologici relativi alla scelta e alla progettazione, di massima e di dettaglio, dell'imposta: di costruzioni edilizie, di laghi artificiali, di ponti, di argini, dighe di ritenuta e altre costruzioni idrauliche; di cimiteri - Geolitologia applicata allo stadio del condizionamento artificiale delle rocce e dei terreni di fondazione - Costruzioni in aree sismiche.

Problemi geologici relativi allo studio e alla esecuzione di: strade in pianura, montagna, regioni litoranee; autostrade; linee ferroviarie; gallerie stradali e ferroviarie; canali navigabili; aeroporti; costruzioni portuali.

Ricerca e captazione d'acque del sottosuolo a scopo potabile, irriguo o industriale.

DISEGNO EDILE

(Gli studenti che non lo avessero già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico).

IV ANNO

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE E MACCHINE

(Prof. GIOVANNI JARRE)

Analisi delle forze nelle macchine statiche: vari tipi di gru, scavatrici ed elevatori.

Analisi delle forze nelle macchine rotative: equilibramento statico e dinamico: cenni sulle velocità critiche.

Analisi delle forze nelle macchine alternative: equilibramento: le vibrazioni; il volano.

Le azioni di attrito radente e volvente; la lubrificazione: i cuscinetti a rotolamento.

Trasmissioni ed ingranaggi: il cambio di velocità; il differenziale.

Meccanismi a vite-madrevite; la coppia vite senza fine-ruota elicoidale.

Trasmissioni a cinghie e nastri trasportatori.

I freni a ceppo e a nastro.

Le funi metalliche: tecnologia ed impiego.

Azioni fluidodinamiche; il vento sulle costruzioni civili.

Principi di funzionamento delle macchine a fluido.

Macchine motrici rotative: le turbine idrauliche e le centrali idroelettriche; le turbine a vapore e le centrali termoelettriche, cenni sulle turbine a gas.

Macchine motrici alternative: i motori a carburazione e a iniezione: descrizione; caratteristiche; impiego aeronautico, automobilistico, ferroviario e navale dei motori a combustione interna.

Macchine operatrici interessanti l'ingegnere civile: le pompe; i ventilatori; i compressori frigoriferi.

IDRAULICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

TECNICA DELLE COSTRUZIONI - I

(Prof. LUIGI GOFFI)

Parte I. - La progettazione: proporzionamento del complesso strutturale (statica esterna).

I dati del problema: forze in gioco (di volume, di superficie, di linea); peso proprio, carichi permanenti; carichi accidentali.

Le azioni esterne indipendenti dai carichi: effetti della temperatura, del ritiro e della stagionatura dei materiali.

I vincoli e loro realizzazione; vincoli interni (compresa la continuità) ed esterni; effetto degli attriti - Reazioni concentrate e distribuite.

Prove statiche sui materiali da costruzione; elasticità, plasticità; limite elastico, carico di snervamento, rottura - Lavoro di deformazione - Fenomeni di fluage e di rilassamento - Prove dinamiche e a fatica.

Fondazioni: caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce - Il problema di Boussinesq e le formule di Vogt - Cedimenti elastici (costante di Winkler) e anelastici.

Strutture isostatiche ed iperstatiche nel piano; equilibrio e congruenza - Richiami di applicazione del principio dei lavori virtuali al calcolo degli spostamenti e delle incognite iperstatiche.

Richiami sulle linee d'influenza relative a reazioni vincolari, a sollecitazioni e spostamenti per elementi strutturali isostatici a parete piena e reticolari.

Stato di tensione e di deformazione nel punto generico di una struttura; tensioni e deformazioni principali; rappresentazione grafica del Mohr.

Raffronti tra il comportamento dei vari materiali sottoposti a tensioni omogenee, mono, bi e tridimensionali; fragilità e duttilità - Verifica locale del grado di sicurezza e criteri sulla rottura; ipotesi di Navier, Guest, Beltrami, Mises; curva intrinseca (Mohr); tensioni principali ideali (Grashof).

Parte II. - La progettazione; proporzionamento degli elementi resistenti (statica interna).

Il legno come materiale da costruzione - Le prove su detto materiale - Solidi in legno caricati assialmente - La trave lignea inflessa con particolare riguardo al momento flettente ed al taglio - Giunzioni, (chiodate, bullonate, collate).

Gli acciai normali da costruzione; caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili - Riduzioni per effetto di fatica - Elementi della struttura in acciaio.

Dimensionamento delle sezioni resistenti nelle strutture metalliche - Elementi tesi e inflessi nelle costruzioni chiodate - Effetti dei fori nello stato di tensione uni-e bidimensionale. Elementi compressi; verifica al carico di punta di elementi ad anima piena e reticolari; metodo ω ; formule di Engesser - Pressoflessione di travi snelle - Effetto delle deformazioni di taglio nel carico di punta dei tralici metallici e nelle travi composte (con calastrelli). Instabilità delle pareti sottili nelle travi ad anima piena (Timoshenko).

La torsione nelle travi metalliche; richiami all'analogia idrodinamica. Torsione di travi a cassone, travi a parete sottile (formula di Bredt).

Svergolamento delle travi a I - Tensioni secondarie nella torsione di profilati sottili - Effetto Wagner.

Strutture chiodate - Criteri di proporzionamento delle chiodature - Comportamento statico delle giunzioni per sovrapposizione, a semplice, doppio copri-giunto - Chiodature correnti; chiodature di forza, nelle travi composte e loro calcolo - Chiodature ad asse curvo - Giunzioni di cantonali e di piattabande e loro proporzionamento - Giunzioni di travi chiodate ad anima piena; giunzioni dell'anima (longitudinali e trasversali) - Travi reticolari chiodate, realizzazione dei nodi, e loro proporzionamento - I bulloni ad alta resistenza e verifica dei collegamenti, a bulloni o chiodi, soggetti a tensioni normali.

Le strutture saldate - Cenni sulle saldature; pregi e difetti delle costruzioni saldate - Giunzioni; cordoni di testa, cordoni d'angolo (frontali e longitudinali) -

Giunzioni correnti e giunzioni di forza nelle strutture saldate; proporzionamento e verifica di calcolo - Travi a parete piena e reticolari saldate, realizzazione dei nodi.

Tempera e laminazione dei metalli: effetti della saldatura; adattamenti di montaggio - Autotensioni conseguenti.

Realizzazione degli appoggi delle travi metalliche; scorrevoli, a rulli, pendolari (problema di Hertz) - Appoggi di colonne e di pilastri - Realizzazione dell'incastro in travi e pilastri.

Cenni alle norme (CNR) per la costruzione di strutture metalliche.

Strutture in cemento armato; caratteristiche generali; criteri di costruzione - Confezione del calcestruzzo - Caratteristiche fisico-meccaniche del calcestruzzo e influenza sul regime degli sforzi delle deformazioni nelle strutture in c. a. - L'aderenza; il rapporto « n ».

Cemento armato ordinario: criteri di progetto e verifica a sollecitazioni normali - La compressione semplice; pilastri cerchiati; carico di punta; pilastri sottili presso-inflessi - Calcolo delle deformazioni per aste tese e compresse - Proporzionamento delle sezioni tese - Serbatoi in c. a.

Flessione semplice (1°, 2° e 3° stadio) - Studio delle deformazioni e criteri di verifica - Proporzionamento di sezioni rettangolari e criteri di verifica - Proporzionamento di sezioni rettangolari e a T; effetto della doppia armatura - Caso di sezione di forma qualsiasi - Flessione deviata.

Flesso-pressione - Criteri di progetto e verifica della stabilità per sezioni rettangolari e a T - Metodi grafici per casi generali (Guidi, Spangerberg).

Flessione composta (flessione e taglio); proporzionamento delle armature per il taglio; ferri piegati e staffe - Travi ad altezza variabile; disposizione razionale delle armature.

Torsione semplice; armature a elica con staffe e ferri longitudinali; armature longitudinali e staffe.

Le coazioni conseguenti al ritiro del calcestruzzo o alle variazioni termiche anche se non uniformi.

La precompressione - Realizzazione delle travi isostatiche precomprese a cavi aderenti o scorrevoli - Le tubazioni precomprese.

Solai in c. a. e composizione strutturale - Coperture industriali in c. a. - Plinti di fondazione, in calcestruzzo e in c. a., fondazioni su travi rovescio - Muri di sostegno.

Proporzionamento delle sezioni con altri materiali costruttivi - Le murature con volte di mattoni - Travi in laterizio armato - Travi composte in calcestruzzo-acciaio.

Norme italiane per il progetto e l'esecuzione delle opere in cemento armato.

Parte III. - Problemi speciali.

Accenni alla trattazione teorica e sperimentale dei problemi bidimensionali piani (la fotoelasticità) - Il problema biarmonico (Airy).

Le membrane e le lastre curve: le strutture a vela; le volte sottili cilindriche.

Cenni sulla spinta delle terre - Teoria e prove sperimentali sulle terre e sulle rocce - I tipi di fondazione: superficiali e profonde - Il risanamento del terreno (iniezioni) - Fondazioni su pali e su cassoni.

TOPOGRAFIA

(Prof. GIUSEPPE INGHILLERI)

Richiami e complementi.

Cenni di trigonometria sferica - Teorema di Legendre - Cenni di geometria differenziale delle superfici: coordinate curvilinee; espressioni dell'elemento lineare e superficiale; raggi di curvatura - Sezioni normali, geodetiche - Rappresentazioni conformi.

Richiami di ottica geometrica - Prismi - Lenti, combinazioni di lenti - Condizione di Scheimpflug - Obbiettivi - Elementi di calcolo numerico.

Elementi di geodesia.

Campo gravitazionale terrestre - Geoidi, sferoide, ellissoide - Valore normale della gravità - Ellissoide terrestre.

Deviazione della verticale - Teoremi della geodesia operativa - Campo geodetico, campo topografico - Trasporto delle coordinate geografiche e problema inverso.

Teoria degli errori.

Errori sistematici - Errori accidentali - Gli errori accidentali come variabile casuale di tipo normale - Principio dei minimi quadrati.

Osservazioni dirette: media aritmetica e ponderata; errori medi; errore medio di una funzione di quantità osservate.

Osservazioni indirette: equazioni generate, sistema normale, errori medi delle incognite; cenni sulla risoluzione dei sistemi.

Osservazioni condizionate: equazioni di condizione, metodo dei correlativi.

Misura degli angoli.

Microscopi, mezzi di lettura dei cerchi; cannocchiale astronomico, anallattico, a lunghezza costante - La livella torica.

Il teodolite, il tacheometro; rettifiche ed influenza degli errori residui - Misura degli angoli azimutali - Misura degli angoli zenitali.

Misura delle distanze.

Misure dirette; misura delle basi geodetiche; precisione della misura delle basi geodetiche.

Misure indirette - Vari metodi di misura indiretta delle distanze e loro precisione - Autoriduttori - Tellurometri e geodimetri.

Misura dei dislivelli.

Livellazione trigonometrica, livellazione tacheometrica - Livellazione geometrica - Il livello - Vari tipi di livelli, rettifiche - Livelli autocentranti - Livellazione termobarometrica - Precisione dei vari tipi di livellazione.

Triangolazioni.

Triangolazioni geodetiche; triangolazioni tecniche - Misure angolari, misura delle basi - Cenni di trilaterazione.

Compensazione delle triangolazioni: equazioni di condizione, metodo per variazioni di coordinate; cenni sull'uso della rappresentazione conforme.

Livellazioni.

Livellazione delle reti trigonometriche, delle poligonali - Linee di livellazione geometrica - Livellazione geometrica di alta ed altissima precisione, per il controllo di manufatti - Precisioni ottenibili, compensazione delle reti di livellazione.

Quote ortometriche e quote dinamiche.

Determinazione dei punti isolati e rilievo di dettaglio.

Intersezioni in avanti, all'indietro, multipla - Poligonali - Vari metodi di rilievo di dettaglio - Celerimensura - Rappresentazione del terreno.

Teoria delle carte.

Rappresentazioni conformi, equivalenti ed aflattiche.

Carta di Mercatore e di Gauss; proiezione naturale.

Fotogrammetria.

Presca dei fotogrammi; camere da presa terrestri ed aeree - Orientamento interno.

Esecuzione del volo; materiale fotografico - Visione stereoscopica.

Restituzione da un solo fotogramma - Raddrizzamento: condizioni ottiche e geometriche - Raddrizzatori automatici - Restituzione da una coppia di fotogrammi: impostazione e soluzione analitica e analogica del problema - Orientamento relativo ed orientamento assoluto.

Principi costruttivi dei restitutori a proiezione ottica, ottico meccanica, e meccanica.

Considerazioni sul tracciamento delle carte a grande, media e piccola scala - Precisione della restituzione.

Fotogrammetria numerica; applicazioni della fotogrammetria numerica all'ingegneria civile.

Cenni di triangolazione aerea.

Criteri di collaudo di un rilievo fotogrammetrico.

Esercitazioni.

Si eseguono in genere dalle 16 alle 18 esercitazioni l'anno della durata di 4 ore - Nella prima parte dell'anno sono previste esercitazioni numeriche, in genere 7 o 8, in cui si svolgono problemi topografici, geodetici e di teoria degli errori - Fanno seguito le esercitazioni pratiche sul terreno, consistenti nell'uso degli strumenti topografici e nell'esecuzione di un piccolo rilievo - Vengono anche svolte un paio di esercitazioni nel Laboratorio di Fotogrammetria.

Frequenza ed ammissione all'esame.

È richiesta la frequenza a tutte le esercitazioni.

Gli allievi in difetto di oltre un terzo delle presenze non vengono ammessi all'esame.

L'esame consiste in una prova pratica riguardante l'uso degli strumenti ed una prova orale - Il superamento della prova pratica è condizione per l'ammissione alla prova orale.

Libri consigliati.

Luigi SOLAINI — Lezioni di Topografia e Geodesia (dispense).

Giovanni BOACA — Trattato di Geodesia e Topografia (Cedam - Pavia).

Lezioni di Fotogrammetria — Centro addestramento e studi fotogrammetrici - Milano.

COMPLEMENTI DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. LETTERIO DONATO)

Parte I. - Svolta dal Prof. PLACIDO CICALA.

Considerazioni generali.

Rete di coordinate sulla superficie media: proprietà geometriche - Spostamenti e deformazioni sulla superficie media - Sforzi nel riferimento ortogonale o obliquo - Equazioni di equilibrio - Condizioni al contorno.

La parete piana.

Funzione di tensione per la membrana piana - Condizione di congruenza - Relazioni fra sforzi e spostamenti nella piastra piana - Equazioni di equilibrio - Condizioni al contorno.

Il guscio piatto.

Le equazioni risultanti per spostamenti normali e funzione di tensione - Condizioni al contorno - Casi particolari.

Il guscio di rivoluzione.

Stati membranali e inestensionali - Soluzioni tipo trave - Soluzioni di striscia - Problemi con differenti condizioni al contorno per la calotta e il tronco di rivoluzione - Coefficienti d'influenza per le situazioni assialsimmetriche.

Guscio generico in proiezione quotata.

Stati membranali, inestensionali e soluzioni di striscia - Il guscio su appoggio semplice: determinazione delle tensioni membranali ed effetti di orlo - Il guscio su appoggio doppio: combinazione delle soluzioni in base alle condizioni al contorno, per pianta poligonale - Soluzioni di striscia nel guscio rigato - Il pannello quadrilatero di paraboloido iperbolico: stati semplici e problemi al contorno.

Guscio cilindrico.

Stati membranali, inestensionali e soluzioni di striscia - Condizioni su una generatrice di contorno: relative soluzioni di striscia - Teoria del cilindro lungo - Approssimazione del guscio-trave - Campi di validità delle diverse teorie.

Parte II. - Svolta dal Prof. LETTERIO DONATO.

Ellisse di elasticità.

Teorema di Culmann - Determinazione dell'ellisse degli spostamenti - Influenza del taglio - Sistemi reticolari.

Linee di influenza.

Teoremi di reciprocità - Linee di influenza di reazioni e di caratteristiche della sollecitazione - Sistemi reticolari.

Complementi sulla teoria delle travi.

Travi a parete piena - Effetto dei carichi mobili - Linee delle sollecitazioni massime e minime.

Travi su suolo elastico - Influenza dei vari parametri sulle condizioni di sollecitazione.

Travi reticolari - Tipi costruttivi - Sforzi massimi e minimi nelle aste - Aste di corrente e di pareti - Sistemi reticolari secondari - Sforzi principali e secondari - Travi continue.

Teoria degli archi.

Tipi costruttivi - Funzionamento caratteristico degli archi - Curva delle pressioni - Archi isostatici ed iperstatici - Problemi di tracciamento e di correzione dell'asse - Effetti termici e di ritiro - Cedimenti delle imposte - Archi continui.

Stati di coazione nel cemento armato.

Precompressione a fili aderenti e a cavi scorrevoli - Acciai da precompressione - Vantaggi della precompressione - Calcolo delle strutture precomprese - Ritiro e viscosità del calcestruzzo - Cadute di tensione - Verifica al taglio - Zone di ancoraggio.

ARCHITETTURA TECNICA - II

(Prof. AUGUSTO CAVALLARI MURAT)

1° *I principali fattori della caratterizzazione degli edifici e degli aggregati urbani.* — Distribuzione programmatica dello spazio nell'edificio civile ed industriale, cenni nell'aggregazione urbana e nel territorio geografico.

Dimensionamento dello spazio programmato in relazione alle funzioni.

Schematizzazione funzionale e vincoli geografici, topografici, geoidrologici, climatologici, demografici, strutturali (strutture portanti, di chiusura, di servizio), economici, (di primo impianto e di manutenzione, di esercizio).

Problemi di metodo (rapporti tra architettura ed urbanistica, tra scienza e tecnica; tra arte e tecnologia; tra critica d'arte e progettazione architettonica; tipizzazione, unificazione, normalizzazione, prefabbricazione).

2° *Cenni elementari su l'aggregato urbano.* — Struttura della città e del territorio intercomunale - Unità autosufficienti e unità satelliti.

Le vie urbane di lottizzazione, di traffico locale e di raccordo con la regione - Piazze e crocevia.

Gli isolati in generale; gli isolati specializzati - Il verde urbano (pubblico e privato, protettivo).

Cenni storici e criteri restaurativi dei borghi storici - Cenni di legislazione relativa alla pianificazione urbanistica.

3° *Cellule d'abitazione unifamiliare e plurifamiliare e gli aggregati residenziali.* — Schema generale funzionale dell'alloggio; suo adattamento ai casi estremi; case lussuose e case economiche; aggruppamento in complessi edilizi con impianti comuni; aggruppamenti di complessi in aggregati residenziali specializzati.

La zona di soggiorno e rappresentanza, con particolare riguardo alle attività professionali annesse - La zona di riposo notturno - Le zone di servizio.

Statistiche modulari e strutture tipiche per l'edilizia economica - Caratteristiche specifiche della regolamentazione ufficiale - Costi - Evoluzione dell'abitazione uni e plurifamiliare nell'antichità classica, medioevale e barocca e oggi.

4° *Gli edifici per l'ospitalità.* — Classificazioni; regolamentazioni ufficiali; schemi funzionali; schemi degli impianti; schemi edilizi e forme architettoniche; distribuzione geografica.

Il blocco del riposo; con particolare riguardo alle cellule elementari; il blocco dei servizi di portierato e della rappresentanza; strutturazioni caratteristiche.

I ristoranti e le grandi cucine con riferimento anche ad altri edifici tipici - I bar - Cenni storici.

5° *Gli edifici ospedalieri e le zone ospedaliere.* — Classificazioni; rapporti tra edilizia per l'ospitalità ed edilizia ospedaliera; le zone cittadine ospedaliere; la regolamentazione ufficiale; schemi funzionali degli impianti; orientamenti nel passato ed attuali anche in relazione alla distribuzione regionale e nazionale - Cellule di degenza; cellule speciali quali reparti operatori, reparti di cura, reparti speciali; strutturazioni caratteristiche e differenziatrici (ad esempio le verande solari per i sanatori).

Il servizio di lavanderia, di incenerimento e disinfezione ed il loro accoppiamento con le centrali termiche; possibilità di autonomia per esigenze non ospedaliere (stazioni di disinfezione e di disinfestazione) - Il servizio religioso negli ospedali; cenni sull'architettura sacra indipendentemente dall'argomento specifico; architettura dei cimiteri e la relativa regolamentazione ufficiale italiana in tema di campi, loculi, ossari e cinerari - Cenni storici.

6° *Gli edifici e le zone per il lavoro intellettuale e manuale.* — I palazzi degli uffici; schemi funzionali in riferimento agli orientamenti nell'organizzazione in serie del lavoro intellettuale - Spazi necessari per tale lavoro a tavolino - Strutture tipiche

nelle ossature portanti e nelle attrezzature di chiusura, generalmente prefabbricate e montabili - Arredamento degli archivi e strutture portanti.

Cenni sui palazzi per uffici con particolari esigenze; municipi, palazzi di giustizia, sedi di sindacati, banche, ecc.; cenni sui centri direzionali.

L'edilizia industriale; orientamenti nell'urbanistica industriale e nella organizzazione del lavoro in serie; strutture tipiche per capannoni, specialmente nei riguardi della illuminazione e del sostegno dei mezzi di trasporto - Dimensionamenti e articolazioni nell'edilizia industriale - La decorazione coi colori e altri problemi di ambientazione.

L'edilizia rurale - Fattorie, stalle, fienili, sili, caseifici, concimaie, ecc.

7° *L'edilizia per l'istruzione e la sua distribuzione nel territorio.* — Definizioni e classificazioni degli edifici scolastici - Indirizzi generali teorici in rapporto alla pedagogia ed all'economia sociale.

Indirizzi tecnici - La regolamentazione ufficiale italiana ed estera in tema di urbanistica, di igiene, di prevenzione infortuni, di fisica applicata (ottica, acustica, condizionamento dell'aria).

Scuole preelementari ed elementari; scuole medie - Schemi funzionali; aule, spazi esterni, corridoi e scale, servizi generali; il problema degli spogliatoi - Fisio-nomia architettonica - Palestre, campi sportivi; cenni sulle attrezzature sportive anche in campo non specifico - Strutture tipiche per tribune e piscine - Bagni pubblici - Influenza del problema scolastico nella struttura dell'aggregato urbano e nella circolazione viaria.

Istituti universitari e scuole di specializzazione - Composizione generale; tipologia dell'aula in riferimento alle esperienze in tema di sale per pubblici spettacoli - Aggruppamenti di aule in strutturazioni tipiche - I laboratori.

Le biblioteche ed i musei - Schemi funzionali; cellule basilari, locali per il pubblico e locali di servizio; strutture portanti ed arredamenti specialmente in relazione alla ampliabilità e trasformabilità degli impianti - Cenni storici.

8° *Gli edifici per pubblici spettacoli.* — Classificazioni dei teatri, auditori, cinematografi, studi radiofonici e cinematografici.

Cenni storici - Schemi funzionali.

Modellazione della sala da teatro; da cinematografo, da auditorio; richiami som-mari di fisica tecnica circa l'acustica e l'ottica; i materiali acustici attuali.

Le strutturazioni tipiche in funzione delle particolari forme delle platee e dei soffitti; ed in funzione dell'accostamento di più sale in pianta ed in elevazione.

Cenni storici specialmente per i teatri.

9° *Gli edifici ed i centri per il commercio ed i trasporti.* — (I negozi, i centri commerciali; schemi funzionali, strutture tipiche, arredamento).

I mercati di merci, le borse valori; classificazioni; schemi funzionali e strutture tipiche. Cenni molto sommarî sugli edifici di stazione marittima, fluviale, ferro-viaria, automobilistica, di aeroporti; classificazioni, schemi funzionali, strutture tipiche, arredamento - Pensiline; biglietterie - Autorimesse.

10° *Argomenti monografici variabili di anno in anno* (per integrazione culturale e per aggiornamento sull'evoluzione della tecnica e dell'architettura).

Oggetto delle esercitazioni.

Rilievo antologico dei progetti di edifici tipici contemplati nel programma; con-tinuazione dell'allestimento dello « schedario tecnico antologico » iniziato nel corso precedente specialmente nei riguardi degli elementi strutturali specializzati e della regolamentazione ufficiale.

Prove estemporanee di composizione attinente ai principali argomenti del corso.

Progetto completo di un edificio condotto sino ai grafici per l'esecuzione.

Visite a cantieri, ad edifici tipici ed ai monumenti architettonici della città e regione.

COSTRUZIONI IDRAULICHE

(Prof. GIOVANNI TOURNON)

Idrologia. — Generalità - Genesi, caratteristiche e misure degli afflussi meteorici - La rete pluviometrica italiana - Gli afflussi meteorici su un'area: curva isoietografica, altezza ragguagliata - Precipitazioni normali annue e mensili - I tipi di regime pluviometrico in Italia - Precipitazioni massime - Curve delle massime possibilità pluviometriche relative ad un punto e ad un'area - Le precipitazioni minime.

Bacini imbriferi, reti idrografiche - Circolazione superficiale e sotterranea - Misure delle portate dei corsi d'acqua - Stazioni idrometriche - Scale delle portate - Diagramma cronologico delle portate in una sezione e relativi valori normali - Regimi tipici dei corsi d'acqua italiani - Bilanci idrologici - Coefficienti di deflusso - Le massime portate prevedibili e loro determinazione - Metodo della corrivazione - Metodi statistici.

Elaborazione idrologiche - Diagrammi dei deflussi - La regolazione delle portate - Curva delle durate delle portate e caratteristica di una utilizzazione.

Opere per la regolazione, la derivazione e la condotta delle acque. — Generalità - Laghi artificiali - Sbarramenti di ritenuta - Sbarramenti murari: Dighe a gravità massicce e alleggerite - Dighe a volta - Dighe a volta multiple ed a lastre - Sbarramenti in materiali sciolti: Dighe in muratura a secco - Dighe in pietrame alla rinfusa - Dighe in terra - Opere complementari degli sbarramenti di ritenuta: prese, scarichi.

Traverse fluviali fisse e mobili - Paratoie - Opere di presa e di disabbigliamento. Canali a pelo libero - Condotte forzate.

Acquedotti. — Generalità - Fabbisogni di acqua potabile: privati, industriali, pubblici - Fabbisogni eccezionali - Dotazioni unitarie - Durata degli acquedotti - Previsione della popolazione massima da servire - Variazioni annuali, settimanali e giornaliere dei consumi.

Requisiti delle acque potabili - Norme per il giudizio della potabilità - Potabilizzazione delle acque.

Fonti di approvvigionamento e relative opere di presa - Sorgenti - Falde freatiche, falde artesiane - Gallerie filtranti - Pozzi - Approvvigionamenti da acque superficiali.

Schemi tipici di acquedotti - Acquedotti a gravità - Acquedotti con sollevamenti.

Opere di adduzione - Studio dei tracciati, criteri e modalità di progettazione - Problemi di minima passività - Opere di regolazione e di riserva - Tipi diversi di serbatoi - Criteri di proporzionamento - Particolari costruttivi.

Le reti di distribuzione - Schemi di reti - Dati topografici ed anagrafici di base per il progetto e criteri di proporzionamento delle reti - La verifica idraulica delle reti: il metodo di Cross.

Materiali per acquedotti - Tubi - Pezzi speciali - Apparecchi e manufatti - Posa e prova delle condotte.

Impianti interni - Modalità di consegna dell'acqua - Schemi di impianti interni - Criteri di proporzionamento - Apparecchi di misura - Contatori - Apparecchi di erogazione.

Fognature. — Generalità - Effluenti urbani: acque pluviali, acque nere, acque industriali - Sistemi di fognatura - Tipi di spechi - Determinazione delle portate fecali - Determinazione delle portate pluviali.

Calcoli di progetto e di verifica delle fognature - Metodo cinematico - Metodo del volume d'invaso.

Criteri e norme per la costruzione e l'esercizio delle fognature - Materiali - Manufatti ed apparecchiature - Lavaggio e ventilazione delle fogne - Impianti elevatori - Fognature domestiche.

Smaltimento ed epurazione delle acque di rifiuto - Diluizione - Bilancio dell'ossigeno - Trattamenti dei liquami.

COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE E AEROPORTI

(Prof. CESARE CASTIGLIA)

0. Generalità.

Lo sviluppo delle reti stradali e ferroviarie e i loro problemi tecnici - Le leggi e le norme italiane che lo hanno determinato e seguito - La viabilità e la tecnica stradale contemporanea - Le costruzioni stradali, ferroviarie e aeroportuali nell'economia nazionale - Cenni statistici.

1. Problemi generali dei veicoli.

1.1. Le caratteristiche geometriche dei veicoli.

Le sagome limiti e il peso degli utenti della strada secondo il Nuovo Codice - La sterzata - La regolamentazione italiana ed internazionale - Sagome limiti e peso dei carri ferroviari - Sagome e peso di aerei da trasporto merci e passeggeri.

1.2. La meccanica della locomozione.

La ruota motrice e il fenomeno dell'aderenza - L'aderenza su strada ordinaria e su rotaia - Le resistenze al moto: resistenze ordinarie ed addizionali - Formule globali per i veicoli terrestri - Resistenze totali e potenza necessaria - Il moto dei veicoli e la strada: slittamento, ribaltamento e sopraelevazione in curva - I freni e lo spazio di arresto - Problemi relativi alla strada ferrata.

2. Il terreno.

2.1. Caratteristiche delle terre e loro classificazione.

La meccanica delle terre - Il suolo e la sua costituzione - Il binomio acqua-suolo - Caratteristiche fisiche delle terre - Granulometria - Limiti e indice di Atterberg - La resistenza al taglio - La classificazione dei terreni - L'indice di gruppo e la classificazione H.R.B. - Compressibilità e permeabilità dei terreni - Il costipamento - La prova Proctor - Capacità portante dei sottofondi e delle strutture stradali.

2.2. L'equilibrio la spinta e la resistenza delle terre.

Lo stato di tensione nel sottosuolo - L'equilibrio elasto-plastico - Equazione di scorrimento del Coulomb - Cerchio delle tensioni - L'equilibrio del masso indefinito secondo Rankine - Gli stati di equilibrio limite superiore ed inferiore - La determinazione della spinta attiva delle terre - Muri di sostegno - Le tabelle del Krey - I metodi grafici - Spinte prodotte da sovraccarico - Resistenza delle terre - Le teorie di Rankine e Coulomb - Le piastre di ancoraggio.

3. La strada ordinaria.

3.1. Lo studio del tracciato.

Considerazioni generali - Elementi di traffico - Le zone d'influenza di una arteria stradale - Il confronto fra i tracciati stradali: le lunghezze virtuali - L'andamento altimetrico dei tracciati stradali - Le pendenze economiche - I raccordi verticali - Andamento planimetrico delle strade ordinarie - Tortuosità, visibilità e sorpassi - Le curve ed il problema dei raccordi progressivi - Lo sviluppo del raccordo.

3.2. *Lo studio della sezione stradale.*

La sezione stradale - Elementi della sede stradale - Capacità teorica di smaltimento del traffico - 30^a ora di punta - Le sagome statiche e dinamiche degli autoveicoli - Larghezze pratiche e regolamentari delle corsie - Allargamenti in curva e pendenze di transito - Strade urbane e autostrade - Incroci a raso e a livelli sfalsati: basi di progettazione e calcolo.

3.3. *L'esecuzione del progetto.*

Tracciolino e poligonale d'asse - Profilo longitudinale - Sezioni trasversali - Il volume del solido stradale - Diagramma delle aree - Metodo delle sezioni ragguagliate - Diagramma dei volumi - Dislocazione dei cantieri.

3.4. *La costituzione del corpo stradale. Movimenti di terra.*

L'organizzazione di un moderno cantiere stradale - Trincee e rilevati - Metodi di scavo delle trincee - Modalità di esecuzione dei rilevati. Calcolo della stabilità delle scarpate - Metodo svedese originale - Metodo di Jambu - Stabilità del piano di posa - Le macchine per i movimenti di terra.

3.5. *La sovrastruttura.*

Le sollecitazioni indotte dai veicoli sulla strada - Indagini teoriche e sperimentali - Le prove AASHO - Pavimentazioni flessibili e rigide - Le principali teorie per il dimensionamento delle fondazioni - I materiali impiegati e loro caratteristiche - La prova Marshall - La reologia dei conglomerati bituminosi - Strade in terra stabilizzata.

3.6. *Il laboratorio per i materiali stradali.*

Analisi granulometrica con setacci e per sedimentazione - Peso specifico - Umidità - Limiti e indice di Atterberg - Prova di taglio diretto - Compressione con espansione laterale libera - Prove edometriche - Permeometro - Prova Proctor e controllo della densità in situ - Prova CBR.

4. *La strada ferrata.*

4.1. *Il tracciamento di una linea d'esercizio.*

La trazione e l'esercizio ferroviario - Il rendimento del trasporto - La scelta dei tracciati in base alle lunghezze virtuali - Il metodo dell'equivalenza del lavoro di trazione - Il tracciamento altimetrico - Pendenza economica e pendenza massima - Curve verticali - L'andamento planimetrico - L'iscrizione in curva - Lo svio - La sopraelevazione - I raccordi planimetrici.

4.2. *L'armamento ferroviario.*

Generalità - Le rotaie, le traversine e il ballast - Le sollecitazioni dinamiche indotte dal transito sulla sovrastruttura - I valori dedotti dallo Schramm - L'armamento con traversine e con longherine - Calcolo della traversa ferroviaria - Le traverse in calcestruzzo ed in cemento amianto - La posa dell'armamento - Il cantiere per la creazione di una linea ferroviaria.

5. *Gli aeroporti.*

Ubicazione e classi degli aeroporti - Norme e dati sperimentali per il numero, l'orientamento, lunghezza e pendenza delle piste - Dimensionamento delle piste di circolazione, dei raccordi, e dei piazzali di sosta - Le analisi del sottosuolo - Il calcolo delle pavimentazioni: pavimentazioni elastiche e pavimentazioni rigide - Il problema dei giunti e dei drenaggi - Gli edifici aeroportuali.

6. I manufatti stradali e le gallerie.

6.1. Le opere di sostegno.

Nozioni generali - Il calcolo delle opere di sostegno - Schemi strutturali e materiali per i muri di sostegno - Le spalle dei ponti - Le piastre di ancoraggio e la spinta passiva - Tabelle di impiego per i muri a gravità.

6.2. Le opere di difesa e consolidamento.

Le frane e loro classificazione - Le opere di difesa dalle frane - Le opere di sistemazione superficiale del terreno - Le scogliere, i muri paravalanghe, le gallerie artificiali - Opere di consolidamento dei rilevati.

6.3. Le gallerie.

Problemi generali riguardanti le gallerie - Andamento planimetrico e altimetrico delle gallerie - La sezione trasversale - Sistemi di avanzamento - Calcolo delle spinte e del rivestimento - Verifiche di stabilità.

TECNICA DELLE COSTRUZIONI - II

(Prof. GUIDO OBERTI)

Parte I. - Premesse e richiami.

Criteri generali di progetto e applicazione dell'analisi dimensionale; il progetto preliminare e quello esecutivo - Organizzazione del lavoro di progetto tenuti presenti i mezzi attuali: uso delle macchine calcolatrici.

Richiami sulla applicazione del P.L.V. al calcolo degli spostamenti di una struttura isostatica - Coefficienti d'influenza.

Il calcolo delle strutture iperstatiche; effetti termici, cedimenti anelastici e forzamenti dei vincoli - Equazioni di Müller Breslau; applicazione diretta del P.L.V. - Scelta della travatura principale ai fini della progettazione e valutazione preliminare delle grandezze iperstatiche.

Richiami sul metodo delle deformazioni: equazione delle 5 rotazioni; calcolo delle ossature degli edifici (metodi di Cross e di Gehler) - Grattacieli, in acciaio e in c.a. - Tendenze progettistiche attuali, la prefabbricazione nell'edilizia.

Richiami sul II principio di reciprocità e sul tracciamento, anche sperimentale, delle linee d'influenza per strutture piane (influenzografi) e spaziali (con l'ausilio dei modelli).

Tensore degli sforzi; condizioni di equilibrio delle tensioni interne - Iperstaticità del problema generale - Tensore di deformazione, come derivato dal vettore spostamento, continuità delle deformazioni e relazioni generali indefinite - Tensore isotropo e tensore tangenziale.

Richiami di teoria dell'elasticità: legame tra tensore degli sforzi e di deformazione (legge di Hooke generalizzata) - Coefficienti elastici - Soluzione teorica del problema elastico, in condizioni di omogeneità e di isotropia, e soluzione sperimentale (modelli).

Verifica del grado di sicurezza nel caso di tensioni non omogenee - Comportamento statico delle strutture oltre il limite elastico; adattamenti anelastici - Criteri di verifica a rottura e di stabilità globale, esperienze su elementi strutturali e su modelli sino alla rottura.

Parte II. - I ponti.

Generalità sui ponti - Forze da considerare nel calcolo - Treni di carichi prescritti - Ponti stradali e ferroviari - Coefficienti dinamici e a fatica - Riferimenti alle norme (italiane e straniere).

L'impalcato dei ponti; studio della ripartizione dei carichi accidentali, effetto dei trasversi.

Ponti a travate semplicemente appoggiate - Diagrammi delle massime sollecitazioni con riferimento al taglio ed al momento flettente - Momento uniforme equivalente - Tracciamento approssimato del diagramma dei momenti massimi.

Ponti a travatura reticolare - Linee di influenza degli sforzi nelle aste - Relazione fra diagramma delle massime e minime sollecitazioni e sforzi nelle aste.

Ponti a trave appoggiata con sbalzi e ponti tipo Gerber - Linee di influenza; diagramma delle massime sollecitazioni.

Ponti a travate iperstatiche (continue).

Ponti sospesi; isostatici e iperstatici - Poligonale d'aste (con trave irrigidente) - Cenni al calcolo del II ordine.

Ponti ad arco; strutture isostatiche (ponti tipo Maillard, cenni) - Strutture iperstatiche (a 2 cerniere; con e senza catena; incastrate); reticolari e a parete piena; linee d'influenza - Effetti dei cedimenti e delle variazioni termiche - Ponti in c.a. di grande luce a momento d'inerzia variabile; ponti ribassati (tipo Risorgimento).

Viadotti; studio delle pile di notevole altezza; sistemi solidali (equazione dei 4 momenti).

Fondazione delle pile e delle spalle dei ponti.

Realizzazione degli appoggi e dei giunti nelle travate metalliche e in c.a. - Particolari costruttivi.

Parte III. - Problemi speciali.

Richiami sui problemi bidimensionali piani: soluzione teorica (Airy) e sperimentale (fotoelasticità) - Applicazioni a problemi di tecnica delle costruzioni (archi spessi).

Richiami sul comportamento delle lastre piane isotrope e ortotrope; equazione di Sophie Germain e sua generalizzazione; il comportamento statico come estensione del problema della trave - Metodi approssimati di calcolo (Massonet, Guyon) - Piastre nervate.

Le travature reticolari nello spazio; cupole Schwedler - Cupole in muratura.

Richiami sul comportamento delle membrane e delle lastre curve - Giustificazioni intuitive delle forme usate nella tecnica moderna - Strutture resistenti per « forma » - Le strutture scatolari - Le lastre a doppia curvatura (cupole) di rivoluzione - Cenni sul calcolo e resistenza flessionale.

La statica delle dighe ad arco; il calcolo per archi indipendenti, l'effetto dei cedimenti della roccia d'imposta - Contributo delle mensole; dighe arco-gravità; il comportamento tridimensionale (calcolo Tölke); serbatoi cilindrici - Cenni sul calcolo delle dighe a cupola.

Applicazioni costruttive e collaudo.

Procedimenti costruttivi; le centine e le operazioni di disarmo - Esecuzione a getto delle strutture in c.a. e in c.a.p. La prefabbricazione pesante e il varo degli elementi strutturali.

Prove e collaudo delle strutture; misura delle frecce, delle deformazioni locali (e degli sforzi) dovuti ai carichi permanenti e accidentali - Carichi dinamici, fenomeni di risonanza - Controlli su modelli strutturali.

Per la Sezione Edile:

ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA

(Prof. AUGUSTO CAVALLARI MURAT)

1° *Metodologia attinente alla composizione.* — Relazioni tra pretesti compositivi e schematizzazioni critiche - I pretesti tecnici strutturali e distributivi ed i pretesti formali stilistici nelle schematizzazioni fondamentali (greco-romane, gotiche, rinascimentali, barocche, contemporanee ed attuali) - I nuovi pretesti compositivi nell'*industrial design* e nella forma architettonica delle strutture dell'ingegneria - La sezione aurea, il numero Φ ed altri rapporti di proporzionalità canonici (il *Modulor*, ecc.).

2° *Metodologia attinente alla critica.* — Le teorie estetiche dell'architettura e le indagini retrospettive delle loro influenze nella valutazione critica - Richiami alle teorie estetiche generali dell'arte ed ai problemi delle arti applicate - Gli schemi di Wölfflin, la teoria Schopenhauriana, l'*Einfühlung* di Vischer e Lipps, la « pura visibilità » e la « vividezza » di Scott, il « Geheraum » di Schmarsow, relatività della validità delle armonie canoniche auree.

3° *Cenni di storia dell'architettura e della tecnica.* — Le maggiori personalità e scuole stilistiche dall'antichità ad oggi - Indagini critiche, bibliografiche e rilievi antologici a mano libera, come allenamento alla lettura e valutazione e come stimolo alla invenzione.

4° *Guida alla composizione estemporanea.* — Richiami di elementi strutturali e di caratteri distributivi - Allenamento alla rapida formulazione di idee compositive mediante extempore - Completamento dello « schedario professionale » su modelli e con visite a cantieri e monumenti.

5° *Guida alla progettistica pratica.* — Svolgimento quadrimestrale di un progetto dettagliato, redatto in Istituto, completo di indagini preliminari e di risoluzioni pratiche, integrate anche in campo statico, urbanistico, impiantistico, organizzativo - Tale progetto può assumere il rango di *tesi di laurea* se idoneamente approfondito e sviluppato.

6° *Argomenti monografici variabili di anno in anno* (per integrazione culturale e per aggiornamento con l'evoluzione dell'architettura).

Esercitazioni. — Hanno svolgimento particolarmente redigendo elaborati previsti nei commi 3°, 4°, 5°.

Per la Sezione Idraulica:

IMPIANTI SPECIALI IDRAULICI

(Prof. MARIO QUAGLIA)

Irrigazioni. — Cenni storici e statistici - Funzioni dell'acqua irrigua - Consumi idrici unitari - Diagrammi udoproduttivi.

Caratteristiche fisico-meccaniche di terreni agrari - Caratteristiche idriche di terreni: limite di saturazione capillare, equivalente di umidità, coefficiente di appassimento, coefficiente igroscopico - Permeabilità: determinazioni in campo ed in laboratorio - Fenomeni di capillarità.

Idrologia agraria - Apporti idrici naturali - Perdite per ruscellamento, percolazione, evaporazione - Coefficiente di efficacia delle piogge - Nozioni di evaporimetria - Evaporazione dalla superficie del terreno - Bilanci idrologici.

Le acque irrigue - Caratteristiche fisico-chimiche delle acque irrigue - Ammendamento dei terreni.

Modalità distributive dell'acqua irrigua - Portata continua fittizia, corpi d'acqua, turni, orari - I diversi sistemi e metodi irrigui - Sistema per scorrimento naturale e artificiale - Metodo per fossatelli, ali semplici, ali doppie, spianate - Sistema per sommersione, per infiltrazione superficiale o laterale, per infiltrazione sotterranea - Sistema per aspersione - Irrigazioni fertilizzanti.

Le opere irrigue - Opere di immagazzinamento e di presa delle acque irrigue - Serbatoi per irrigazione: serbatoi collinari, serbatoi a corona - Prese da corsi d'acqua naturali ed arginati - Prese da sorgenti, da falde acquifere - Fontanili - Gallerie filtranti - Pozzi - Opere di adduzione e reti di distribuzione a pelo libero - I canali irrigui, norme di progettazione, modalità costruttive - Problemi di minima passività - Opere d'arte: ponti-canali, sifoni rovesci, tombe a sifone, salti, sfioratori, scaricatori - Opere di adduzione e reti di distribuzione in pressione - Stazioni di pompatura - Impianti di irrigazione per aspersione - Particolari costruttivi - Apparecchiature mobili, irrigatori.

Misura regolazione e partizione delle acque irrigue nelle reti a pelo libero - Tipi diversi di modellatori - Moduli - Semimoduli - Misuratori a stramazzo - Misuratori a risalto - Modellatori a luce rigurgitata, modellatori a venturimetro, canali Venturi - Partitori - Misura e regolazione delle portate nelle reti in pressione.

Bonifiche. — Cenni storici e statistici - Tipi diversi di bonifiche, bonifica idraulica, integrale, di trasformazione, di conservazione.

Bonifiche idrauliche a scolo naturale continuo, a scolo intermittente, ad esaurimento meccanico.

Le basi per lo studio di una bonifica idraulica - La situazione topografica: comprensorio di bonifica, rilievi, livellazioni, canali ed argini circondariali, punti di recapito delle acque, acque alte, acque basse - I terreni e le colture: franco di buona coltivazione, franco di costipamento, franco di bonifica - Il clima: previsioni delle massime precipitazioni, curve di possibilità climatica e loro determinazione.

Calcolo delle portate di massima piena in una rete di bonifica e dimensionamento dei canali di bonifica - Metodo della corrivazione - Metodo dell'invaso.

Bonifiche a scolo continuo - Criteri di progettazione - Caratteristiche idrauliche e costruttive della rete di scolo.

Bonifiche a scolo intermittente - Criteri di progettazione - Casse di espansione.

Bonifiche ad esaurimento meccanico - Criteri di progettazione - Impianti idrovori.

Bonifiche per colmata - Modalità di realizzazione - Studio delle torbide - Coefficienti limimetrici - Calcolo dei tempi di colmata.

Bonifiche idrauliche speciali - Drenaggio dei terreni - Tipi diversi di opere di drenaggio - Criteri di progettazione e dimensionamento di una rete di drenaggio - Drenaggi speciali.

Impianti idroelettrici. — Caratteristiche delle utilizzazioni di energia idraulica - Potenza ed energia ritraibili da un impianto.

Tipi di impianti idroelettrici - Impianti ad acqua fluente con centrale associata alla traversa - Impianti ad acqua fluente con canale derivatore a pelo libero - Impianti con serbatoio e centrale associata alla diga - Impianti con serbatoio e condotta di adduzione in pressione - Impianti ad accumulazione con pompe - Sistemi di impianti.

Opere che compongono un impianto idroelettrico: opere di presa e di regolazione - Canali a pelo libero - Vasche di carico - Gallerie in pressione - Vasche d'oscillazione - Condotte forzate - Centrali.

Problemi di moto vario connessi con la regolazione degli impianti idroelettrici - Pozzi piezometrici - Onde di traslazione nei canali.

Sistemazioni montane. — Generalità - Bacini montani - Comprensori di bonifica montana - Rinsaldamento delle falde montane - Frane - Rimboschimento - Corsi d'acqua montani - Trasporto solido - Velocità limiti di trascinamento, pendenze di compensazione - Sistemazione dei torrenti - Modalità costruttive e stabilità delle briglie.

Sistemazioni fluviali. — Generalità - Cenni di idraulica fluviale - Criteri generali per la sistemazione - Arginature, pennelli, opere di presidio contro le erosioni, drizzagni, diversivi.

Per la Sezione Trasporti:

TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

(Prof. ALBERTO RUSSO FRATTASI)

1. *Meccanica della locomozione.*

Le resistenze al moto; l'aderenza; gli sforzi di trazione; lo studio del moto e delle sue fasi; le trasmissioni; le caratteristiche meccaniche dei veicoli con motore a combustione interna; le curve di utilizzazione; le potenze assorbite; la velocità; massime ed economiche.

2. *Il problema della frenatura.*

La frenatura nei veicoli terrestri; le vie di frenatura; i freni; gli impianti frenanti nei veicoli terrestri.

3. *Le macchine di trazione.*

Le locomotive a vapore (breve cenni); il motore a combustione interna sue caratteristiche e prestazioni; il motore elettrico a c.c. sue caratteristiche e prestazioni; le locomotive elettriche; la locomotrice diesel; confronto tecnico economico tra i diversi tipi di trazione.

4. *Il veicolo ferroviario.*

Descrizione del veicolo rimorchiato; tipi e caratteristiche del parco F.S.; schemi di calcolo dei telai della cassa delle sospensioni; le stabilità durante il moto; i moti anormali.

5. *Il veicolo stradale.*

Descrizione dei diversi tipi di veicolo; caratteristiche fondamentali di un veicolo automobile; schemi di calcolo del telaio e delle sospensioni; gli organi di direzione e quelli di trasmissione del moto; gli organi di attacco dei rimorchi; le stabilità durante il moto; i moti anormali.

6. *La circolazione ferroviaria.*

Generalità sulla circolazione dei treni; struttura dell'orario; il segnalamento ferroviario, caratteristiche dell'infrastruttura ferroviaria.

7. *La circolazione stradale.*

Circolazione, classificazione e determinazione delle velocità; volumi di traffico; rilevamenti di traffico; controlli semaforici.

8. I trasporti urbani e suburbani.

Caratteristiche del veicolo urbano per l'economia di esercizio; il ruolo dei trasporti pubblici nel quadro della circolazione urbana; separazione dei trasporti pubblici da quelli privati; porto delle metropolitane nei servizi pubblici urbani; situazione attuale e futura dei trasporti pubblici.

9. Le stazioni.

Le stazioni ferroviarie. caratteristiche, dimensionamento, ubicazione.

Le autostazioni: caratteristiche, dimensionamento, ubicazione.

Le stazioni metropolitane: caratteristiche, dimensionamento.

10. La navigazione interna.

Le vie d'acqua interne in Europa ed in Italia; caratteristiche del trasporto per via d'acqua; natanti; sistemi di trazione; resistenze al moto; i costi e l'esercizio del trasporto idroviario; capacità del traffico e determinazione del traffico; aree di influenza; i porti e le attrezzature portuali.

11. Trasporti a fune.

Gli impianti a fune: tipi, caratteristiche, legislazione; le funivie; il calcolo e dimensionamento; le teleferiche; calcolo e dimensionamento; le seggiovie e le scivolie; calcolo e dimensionamento.

12. Economia dei trasporti.

Lo sviluppo dei trasporti in Italia e nel mondo; la politica dei trasporti nel MEC; elementi giuridici ed economici per un pubblico esercizio; l'organizzazione giuridica dei trasporti in Italia; monopolio e concorrenza; il costo del trasporto ferroviario; il prezzo del trasporto; le tariffe; le ferrovie concesse; il costo dei trasporti automobilistici; economia di una impresa di autotrasporto; la zona di influenza dei diversi suoli di trasporto.

Gli indirizzi futuri della tecnica dei trasporti.

A scelta:

ESTIMO ED ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE

(Prof. MANFREDI SAVINO)

I. - Nozioni di matematica finanziaria applicata alle stime.

1. Interesse; capitalizzazione semplice e composta; tassi equivalenti; tasso annuo nominale convertibile.

2. Montante; interesse continuo; sconto.

3. Valori periodici; annualità costanti; poliannualità costanti; ammortamento; piano di ammortamento; valori medi.

II. - Estimo generale.

4. Storia della dottrina estimativa e sua definizione; caratteri scientifici dell'estimo; il principio della dipendenza del valore dal motivo della stima.

5. I cinque aspetti del valore come oggetti o scopi o criteri della stima; differenza fra la pratica che considera i cinque scopi della stima e la logica che am-

mette, in condizioni di equilibrio, come unico scopo il più probabile valore di mercato.

6. Metodi di stima: metodo sintetico e metodo analitico.

III. - Estimazioni speciali.

7. Estimo civile: il più probabile valore di mercato delle costruzioni civili (edili, idrauliche e dei trasporti), il loro più probabile valore di costo in relazione al variare della tipologia architettonica, gli aspetti eccezionali del valore dei fabbricati e la loro stima censuaria.

8. Estimo industriale: i criteri di stima delle aziende industriali, il costo deprezzato, l'avviamento aziendale, la valutazione degli apporti e delle quote.

9. Estimo agrario: stima analitica e sintetica delle aziende agrarie e stima dei frutti pendenti.

IV. - L'impresa.

10. Il soggetto dell'impresa; l'imprenditore individuale; le società cooperative; le associazioni in partecipazione: i libri contabili obbligatori; i bilanci.

11. L'ingegnere nell'impresa; figure, compiti e responsabilità civili e penali dell'ingegnere progettista, del così detto direttore dei lavori e del direttore del cantiere.

12. I rapporti di lavoro; norme sulla prevenzione degli infortuni; sindacati; contratti collettivi di lavoro e minimi salariali; sciopero; ufficio collocamento; ispettorato del lavoro; obblighi e diritti del datore di lavoro; lavoro a ore e a cottimo; relative responsabilità civili e penali; assicurazioni obbligatorie e assicurazioni volontarie.

13. I contratti dell'imprenditore; obbligazioni e contratti in genere; appalto privato; appalto pubblico, contratti d'opera; compravendita d'immobili; compravendita di materiali; contratto di trasporto; mutuo; conto corrente; contratti bancari; titoli di credito; cambiale e assegno bancario.

V. - Le costruzioni.

14. Norme sulla costruzione degli edifici nel codice civile; la proprietà dei beni immobili; le distanze nelle costruzioni; scavi, muri comuni; costruzioni in aderenza; luci e vedute; immissioni; servitù, acquisto, esercizio, estinzione di esse; comunione e condominio; impianti e spese comuni; possesso; azioni possessorie, azioni di denuncia di nuova opera e di danno temuto; provvedimenti di urgenza; accertamenti tecnici di istruzione preventiva.

15. Le norme sulla costruzione degli edifici nelle leggi speciali - Leggi urbanistiche; leggi sull'edilizia antisismica; espropriazione per pubblica utilità; costruzioni speciali; alberghi, ospedali, scuole; strade e norme di circolazione; opere pubbliche; sorveglianza della pubblica amministrazione; organi di essa; Ministero dei LL.PP.; genio civile; ricorsi gerarchici; giustizia amministrativa.

VI. - Argomenti vari.

16. La tutela dei diritti; trascrizione; ipoteche; prescrizione; procedimento civile con particolare riguardo ai compiti e alle responsabilità dell'ingegnere consulente tecnico di parte; procedimento penale con particolare riguardo ai compiti e alle responsabilità del perito e del consulente tecnico ed alle norme penali interessanti gli ingegneri; arbitrato regolare, arbitrato irregolare e transazione in tema di costruzioni, e compiti affidati agli ingegneri in questa materia.

17. Cenni di diritto minerario (per i soli allievi della sezione mineraria); miniere e cave, e leggi in materia - Ricerca e coltivazione degli idrocarburi; ingegnere direttore di miniera.

18. Imposte e tasse in genere e in particolare in relazione all'impresa; imposte dirette (fabbricati, R.M. complementare) e indirette (Registro, Ige, ecc.); statali, provinciali e comunali; catasti.

19. Le professioni intellettuali; contratto d'opera professionale e relativi diritti delle parti.

Gli ordini professionali e le tariffe professionali.

Decreto ingiuntivo per pagamento onorari e spese professionali. Norme di etica per l'esercizio delle professioni in genere e di ingegnere in specie e loro rilevanza giuridica.

A scelta:

URBANISTICA

(Prof. **GIORGIO RICOTTI**)

I. - Introduzione storica.

Breve rassegna di esempi di sistemazioni urbane nelle civiltà passate.

Interdipendenza dei fenomeni sociali e delle organizzazioni urbane nelle varie epoche.

L'urbanistica moderna: finalità organizzative e sociali, mezzi con i quali si esplica lo studio urbanistico.

II. - Complementi di tecnica urbanistica con richiami da altre discipline (Architettura tecnica, Composizione architettonica, Strade e traffico, Trasporti, ecc.).

I fattori naturali. — Il clima (soleggiamento, temperatura, pressione, precipitazioni) - Il terreno (topografia, geologia, idrografia, vegetazione naturale, industrie caratteristiche locali).

I fattori umani. — La natalità, la morbilità, la mortalità, la nuzialità, la famiglia e la sua composizione.

I fattori statistici. — La popolazione, movimenti naturali e movimenti migratori, bilancio, previsioni di incremento - L'edilizia, la consistenza edilizia, le abitazioni, le industrie, l'attività edilizia e le previsioni di incremento - Il traffico, entità, natura, direzione, distribuzione, e le previsioni d'incremento.

I fattori economici. — Rapporti economici fra le aree - Economia complessiva del piano regolatore - I costi dei servizi pubblici - L'esproprio e la rilottizzazione - La proprietà pubblica e privata delle aree; i demani comunali delle aree.

I fattori ambientali. — Le usanze, le tradizioni, i costumi - La religione e la politica - Le arti e i sistemi costruttivi.

I fattori legislativi. — La legislazione urbanistica in Italia e all'estero - La proiezione del paesaggio - I limiti amministrativi dei territori.

III. - La composizione del piano regolatore.

1° Il piano sociale.

I fattori sociali. — Il dislocamento della popolazione - Il lavoro e le professioni, la disoccupazione - La struttura della popolazione - Lo stato collettivo della popolazione - La produzione e i consumi: agricoltura e industria - Gli scambi.

Le organizzazioni sociali. — L'assistenza sociale: impianti per la vita collettiva, assistenza civile e religiosa, previdenza - L'assistenza sanitaria; assistenza generale e speciale, maternità e infanzia - L'educazione: asili nido, scuole materne, scuole elementari, medie e superiori - La ricreazione e il riposo: spazi pubblici per giuochi attivi, ricreazione passiva, centri e complessi collettivi.

Il proporzionamento del piano nelle superfici e nelle distanze. — Procedimenti diretti e indiretti; gruppi residenziali, commerciali, aree per scopi collettivi, per il verde pubblico, per le comunicazioni, per le industrie.

2° Il piano delle sedi.

Le unità elementari residenziali e commerciali. — Gli isolati, gli isolati come unità collettive, i superisolati, volumi costruiti e aree libere, la densità di fabbricazione - Le cellule urbane, residenziali, il disimpegno e i servizi collettivi, lottizzazione, volumi costruiti, la circolazione, l'ampiezza - Le cellule non residenziali - Le aree precinte - Le zone residenziali, commerciali, industriali, speciali, ampiezza e proporzioni.

I raggruppamenti. — I raggruppamenti unitari, a schema libero e a schema geometrico; a sviluppo libero e a sviluppo vincolato - I centri rurali - I raggruppamenti a sistema lineare, stellare, misto.

Le vecchie città. — La sistemazione: l'isolamento, lo sventramento, il diradamento, il frazionamento - L'ampliamento: a macchia d'olio, per anelli concentrici, lineare, per settori, per elementi staccati.

3° Il piano delle strade.

Reti stradali a reticolo uniforme, a nodi accentratori di traffico, a linee di scorrimento - L'organizzazione: il transito esterno, le penetrazioni, l'arroccamento, il movimento locale - Le vie acquee.

4° Il piano dei servizi.

I servizi pubblici di trasporto su rotaia e su strada: a lungo, a medio, a piccolo raggio d'azione - I servizi pubblici di trasporto per via acquae e per via aerea - I servizi pubblici distributivi e il loro coordinamento.

A scelta:

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

A scelta:

IMPIANTI SPECIALI TERMICI

(Prof. AURELIO VACCANEO)

I. - Gli impianti tecnici di acclimazione per fabbricati civili ed industriali.

L'acclimazione dei fabbricati: principi ed esigenze.

Determinazione fabbisogni energia termica per riscaldamento, raffrescamento, ricambio d'aria.

Gli impianti di acclimazione per fabbricati civili: tipologia.

Gli impianti di acclimazione per fabbricati industriali: tipologia.

Costituzione degli impianti di acclimazione.

Centrali termiche e frigorifere.

Apparecchiature e reti distribuzione dei fluidi termointermediari fra la centrale e le utenze.

Reti ed apparecchiature per distribuzione energia termica ed aria nei singoli ambienti utenti.

Impianti ed apparecchiature per controlli e regolazioni.

Le centralizzazioni urbanistiche.

Scelta degli impianti di acclimazione in funzione della destinazione d'uso dei fabbricati recettori; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato: generalità;

Id. negli edifici e zone per abitazione.

Id. negli edifici e zone per ospitalità.

Id. negli edifici e zone per ospedalità.

Id. negli edifici e zone per il lavoro intellettuale e manuale.

Id. negli edifici e zone per l'istruzione.

Id. negli edifici e zone per pubblici spettacoli.

Id. negli edifici e zone per commercio e magazzinaggio.

II. - Gli impianti idrosanitari per fabbricati civili ed industriali - Richiami e complementi.

Igienici.

Cucine.

Lavanderie.

Incenerimento immondizie.

Piscine.

Antincendio.

Scelta degli impianti idrosanitari in funzione della destinazione d'uso dei fabbricati recettori; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato.

Id. negli edifici e zone per abitazione.

Id. negli edifici e zone per ospitalità.

Id. negli edifici e zone per ospedalità.

Id. negli edifici e zone per il lavoro intellettuale e manuale.

Id. negli edifici e zone per l'istruzione.

Id. negli edifici e zone per pubblici spettacoli.

Id. negli edifici e zone per commercio e magazzinaggio.

III. - Gli impianti di illuminazione, forza e telefonici per fabbricati civili ed industriali - Richiami e complementi.

Descrizione e scelta degli impianti di illuminazione per fabbricati-tipo; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato.

Descrizione e scelta degli impianti forza per fabbricati-tipo; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato.

Descrizione e scelta degli impianti telefonici per fabbricati-tipo; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato.

IV. - Gli impianti per il trasporto interno ai fabbricati civili ed industriali, di persone e materiali - Richiami e complementi.

Descrizione e scelta degli impianti per trasporto interno di persone per fabbricati-tipo; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato.

Descrizione e scelta degli impianti per trasporto interno di materiali per fabbricati-tipo; loro inserimento nelle strutturazioni e strutture di fabbricato.

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. UGO ROSSETTI)

1. *Richiami di statica e geometria delle aree.* — L'elemento trave: vincoli, reazioni - Inerzia delle aree piane.

2. *Analisi della deformazione.* — Definizioni di dilatazione e di scorrimento - Componenti speciali, loro non indipendenza, condizioni di congruenza.

3. *Analisi dello stato di tensione.* — Componenti speciali - Condizioni di equilibrio - Tensioni su di una giacitura qualunque - Definizioni di tensioni principali - Cerchio di Mohr in un caso semplice.

4. *Lavori virtuali.* — Lavoro delle tensioni nella deformazione di un elemento di volume - Lavoro virtuale totale - Lavoro esterno - Equazione dei lavori.

5. *Il corpo elastico* — Il corpo anisotropo ed il corpo isotropo - Legge di Hooke - Limiti elastici e di resistenza - Teorie della massima tensione, della massima dilatazione, della massima tensione tangenziale nel caso di una tensione principale nulla.

6. *La teoria di de St. Venant.* — Cenno sul problema generale - Il solido cilindrico, elastico, isotropo con tensioni secondo ipotesi di St. Venant - Valore pratico della soluzione - Il principio di de St. Venant.

7. *Sforzo assiale.* — Tensioni, dilatazioni, allungamento.

8. *Flessione retta e deviata.* — Tensioni, rotazione delle sezioni.

9. *Flessione e sforzo assiale.* — Proprietà dell'asse neutro - Momenti di nocciolo.

10. *Torsione.* — Rotazione delle sezioni - Casi particolari: sezioni circolari, sottili aperte, sottili chiuse.

11. *Taglio.* — Considerazioni di equilibrio che conducono alla espressione della tensione tangenziale.

12. *Sollecitazioni composte.* — Tensioni ideali - Verifiche.

13. *Sistemi piani di travi.* — Vincoli - Sistemi iso- ed iperstatici - Le equazioni di elasticità dedotte dalla equazione dei lavori virtuali - Deformazioni e sollecitazioni per gli schemi più usuali - Diagrammi di taglio e momento - Metodo della equazione differenziale della linea elastica - Teorema e corollari di Mohr - Esempi di schemi di travi inflesse - Travi continue - Portali.

14. *Carico di punta.* — Applicazioni - Metodo omega.
15. *Travature reticolari iso- ed iperstatiche.* — Calcolo degli sforzi nelle aste (Cremoniani, metodi di Ritter, Culmann, Henneberg, sistema delle 2 n equazioni di equilibrio ai nodi, con risoluzione mediante elaboratore elettronico) - Determinazione degli spostamenti.
16. *Linee d'influenza.* — Esempi di linee d'influenza di sollecitazioni e reazioni e di linee d'influenza di deformazioni.
17. *La sezione parzializzata.* — Asse di separazione - Calcolo delle sollecitazioni nella trave inflessa - Applicazioni al cemento armato - Pressoflessione (metodo grafico) - Cenno al concetto di precompressione.
18. *Calcolo delle giunzioni chiodate e saldate.* — Cenno a strutture metalliche d'interesse per l'elettronica (radar, antenne, ecc.).
19. *Verifiche di elementi operanti a torsione.* — Alberi di trasmissione - Molle di torsione.
20. *Cenni ai teoremi sul lavoro di deformazione.*
21. *Cenni a problemi vari.* — Pressioni locali (teoria di Hertz) - Pareti sottili piane, curve.

MECCANICA DELLE MACCHINE E MACCHINE

(Prof. CARLO MORTARINO)

1. Problemi di equilibrio statico e dinamico, nel piano e nello spazio, senza e con effetti di attrito, con contatti, di vincolo riducibili o non ad un punto, non noti « a priori », resi attivi dall'annullarsi di « giochi » - Procedimento per verifica dell'equilibrio, nel caso di vincoli condizionati dai giochi.
2. Azioni di contatto diretto tra solidi - In assenza di moto relativo: aderenza; con moto relativo: attrito; usura - Usura per saldatura e strappamento; temperature locali.
3. Azioni di contatto mediato tra solidi - Formazione di veli lubrificanti e untuosi - Cuscinetti: tipi e materiali - Sostentazione di organi di macchine, fermi o in moto, per mezzo di fluidi (gas o liquidi) in pressione - Esempio di un circuito completo di sostentazione e lubrificazione di una macchina - Criteri di sicurezza - Bilancio energetico di un sistema di lubrificazione o sostentazione.
4. Ruote, motrici e portanti, su: rotaia; strada; terreno - Contatti di rotolamento - Cause di dissipazione di energia in rotolamento con deformabilità singola o concomitante, dell'elemento rotolante e della sede - Cuscinetti a rotolamento: tipi; montaggio; giochi; interferenze, alle temperature ambiente e di funzionamento - Criteri di progetto e cause distruttive dei cuscinetti di rotolamento - Contatti tra solidi elastici: risultati di Herz e limiti di applicabilità.
5. Trasmissioni, di moto e di potenza, con ruote dentate, tra assi paralleli, incidenti sghembi - Rapporti di trasmissione; vincoli degli assi, reazioni dei vincoli - Rotismi differenziali - Effetti di: deformabilità degli assi; giochi; imprecisioni di costruzione e di montaggio - Criteri di scelta dello schema della trasmissione.
6. Trasmissioni, di moto e di potenza, con flessibili: cinghie piane; trapezoidali; funi acciaio - Pulegge corrispondenti - Deformabilità dei flessibili e delle pulegge - Comportamento dinamico delle trasmissioni con flessibili - Flessibili ad elementi articolati: catene; ... - Comportamento dinamico - Criteri di scelta del sistema di trasmissione con flessibili, oppure con ruote dentate - Trasmissioni con elementi funzionanti in parallelo; il problema della ripartizione del carico.
7. Contatti estesi, con usura, tra solidi in moto relativo: innesti a frizione; freni; spazzole su collettori - Effetti termici nei freni; sui materiali e sulla geo-

metria - Descrizione di impianti frenanti: per argano di miniera; per carro ponte; per autoveicoli - Freni di esercizio; freni di sicurezza - Effetti dinamici della chiusura automatica di un freno di sicurezza - Ipotesi possibili (di usura; di elasticità; ...) per definire la distribuzione delle azioni di contatto e discussione della loro validità per ogni caso specifico - Criteri di progetto di un freno in relazione alla prevedibile variabilità delle caratteristiche di funzionamento.

8. Azioni fluidodinamiche su strutture fisse; su veicoli; entro macchine - Fenomeni elementari.

9. Ricerca dei fattori influenti su un fenomeno - Libera scelta di un sistema di misura - Relazioni di omogeneità dimensionale per definire le « variabili effettive » influenti in un fenomeno - Criteri di similitudine di fenomeni, condizionata dagli « strumenti misuratori dei fattori influenti - Limiti del significato dei « numeri adimensionali » a rappresentare le « variabili effettive » e le condizioni di similitudine - Controllo sperimentale di similitudine apparente e similitudine effettiva - Ricerca sperimentale su modelli; interpretazione ed estensione dei risultati ottenuti su modello.

10. Metodo sperimentale in ingegneria - Ricerche di laboratorio, in condizioni schematiche - Ricerche ed osservazioni al vero - Impostazione di una ricerca sperimentale. Classificazione di errori e metodi per la loro individuazione e limitazione.

11. Prove tipiche di laboratorio: accettazione dei materiali costituenti le macchine; prove su elementi di macchine - Resistenza a fatica; effetti di intaglio - Metodi di controllo, distruttivi e non distruttivi - Prove tipiche su macchine, strutture, impianti completi: collaudo secondo norme e prescrizioni di progetto - Ricerche su prototipi - Ricerche ed osservazioni su macchine ed impianti durante e dopo l'esercizio.

12. Principi di sicurezza di macchine ed impianti in previsione di condizioni normali, lievemente anormali, eccezionali di esercizio - Analisi della sicurezza: in progetto; in collaudo; in esercizio - Prescrizioni di controlli e opere di manutenzione.

13. Macchine (impianti) concepite come trasformatrici di flussi energetici: principali; ausiliari, passivi - Bilanci energetici.

14. Centrali di produzione di energia: idroelettrica; termoelettrica con turbina a vapore, con turbina a gas, con motrice a combustione interna - Schemi e principali componenti - Voci del bilancio energetico dell'impianto completo.

15. Motrici idrauliche: Pelton; Francis; Kaplan; ad elica - Descrizione - Campi di applicazione - Azioni fluidodinamiche elementari - Bilancio energetico della macchina - Regolazione del flusso - Organi di comando ed attuazione della regolazione nelle principali condizioni di intervento: avviamento, regime, parallelo, fermata - Caratteristiche meccaniche - Cavitazione - Pompe rotative, alternative.

16. Motrici a vapore - Turbine: tipi - Cicli ideali e cicli effettivi di evoluzione del vapore, in relazione alle condizioni di ammissione e di scarico, con o senza rigenerazione intermedia - Bilancio energetico di un elemento di turbina e complessivo della macchina - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n. - Fenomeni di corrosione - Problemi meccanici - Motrici a vapore alternative - Descrizione; principali organi componenti; sistema di distribuzione del vapore - Cicli termodinamici: ideali; indicati - Bilancio energetico - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n.

17. Turbina a gas - Schemi per funzionamenti: a ciclo chiuso; a ciclo aperto - Flusso energetico interno - Bilanci energetici: di un elemento di turbina; di un elemento di compressore; della turbina; del compressore; del gruppo - Cicli - Combustibili - Problemi di resistenza strutturale - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n.

18. Motrici a combustione interna Diesel - Tipi: a 4 e 2 tempi - Cicli ideali e cicli indicati - Combustibili impiegati - Flussi entranti di aria e di combustibile ed organi di regolazione e distribuzione: iniettori, valvole, ... compressori di sovrali-

mentazione, pompe di lavaggio - Bilanci energetici - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n. - Sistemi di raffreddamento, lubrificazione, avviamento - Equilibri dinamici.

19. Motrici a combustione interna a carburazione, a 4 tempi, ad alimentazione naturale o forzata - Cicli ideali e cicli indicati - Combustibili - Combustione normale, anormale - Flussi entranti di aria, di combustibile, di miscela ed organi di regolazione e distribuzione: carburatore, valvole, compressori di sovralimentazione ... - Bilanci energetici - Sistemi di accensione, raffreddamento, lubrificazione, avviamento - Regolazione della potenza - Caratteristiche meccaniche: C — n. - Equilibri dinamici interni ed esterni - Vincoli.

20. Compressori di liquidi, di gas, di vapori.

21. Gruppo di manovra: elettropompa-motore idraulico.

22. Impianto di laminazione continuo, controllato elettronicamente, esaminato dal punto di vista meccanico.

23. Determinazione sperimentale di caratteristiche di macchine motrici ed operatrici - Freni dinamometrici - Misure torsionometriche - Misure di velocità.

24. Formazione di gruppi di macchine - Caratteristiche di regime e di transitorio - Caratteristiche nel periodo di gruppi a regime periodico - Volani: influenza su velocità e forze.

25. Fenomeni vibratori in macchine e strutture; cause ed effetti - Isolamento dalla causa: annullamento, compensazione della causa - Transitori, fenomeni d'urto (ondosi) - Nelle macchine idealmente a regime assoluto: cause interne (rotoriche e statoriche) di vibrazioni; di sovraccarichi dinamici, ciclici - Ricerca e compensazione isolata delle cause perturbatrici - Esempio di un alternatore; ricerche sul rotore, sulla macchina completa in officina, sul gruppo turboalternatore in servizio - Macchine equilibratrici - Principi di funzionamento - Applicazione a rotori rigidi, a rotori cedevoli, a rotori elastici - Strumenti di controllo delle macchine in servizio.

26. Regolazione: scopi, principi - Regolazione continua; esempio: turboalternatore, di una centrale idroelettrica - Regolazione intermittente; esempio: camera termostatica.

Esercitazioni:

1. Statica; dinamica, senza e con attriti, senza e con giochi.

2. Rilievo di elementi di macchine.

3. Esercizi grafici e numerici in relazione alle lezioni.

4. Formazione di un gruppo a regime assoluto.

5. Formazione di un gruppo a regime periodico e verifica della irregolarità di velocità.

6. Tema particolare, scelto da un singolo o da un gruppo di Allievi (non più di 3), su una macchina o su un organo di macchina, ed accettato dall'Assistente relatore.

In Laboratorio:

1. Esame ed applicazione di strumenti di normale uso di Laboratorio: tachimetri; contagiri; anemometri; ...

2. Determinazione della caratteristica di una macchina.

3. Rilievo di fenomeni vibratori.

4. Equilibramento di un rotore.

5. In relazione al tema particolare, su iniziativa dell'Allievo.

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA - I

(Prof. RINALDO SARTORI)

Bipoli in regime stazionario.

Definizione della corrente e della tensione elettrica; proprietà fondamentali; somma di correnti e di tensioni; unità di misura - Leggi di conservazione: solenoidalità della corrente, irrotazionalità della tensione.

Bipoli - Caratteristica tensione-corrente - Varie forme dell'equazione di Ohm fra tensioni e fra correnti; resistenze e conduttanze incrementali, apparenti, differenziali; tensione a vuoto e corrente di corto circuito - Bipoli normali e anormali - Uso delle caratteristiche per la determinazione delle condizioni di funzionamento.

Potenza elettrica - Bilancio energetico dei bipoli; equazioni di Ohm energetiche; resistenza e conduttanza energetiche; forza elettromotrice e corrente impressa - Resistori e generatori perfetti e ideali - Raddrizzatore ideale.

Collegamento di bipoli in serie e in parallelo - Reti equivalenti di un bipolo - Inserzione e variazione di portata degli strumenti di misura; partitore di tensione e di corrente; distribuzione in serie e in parallelo; parallelo dei generatori; caratteristiche di complessi comprendenti raddrizzatori ideali.

Carica elettrica; pile e accumulatori.

Bipoli in funzionamento quasi-stazionario.

Misure di correnti e tensioni variabili - Sistemi quasi-chiusi e grandezze lentamente variabili - Estensione del concetto di bipolo alle condizioni quasi-stazionarie; caratteristiche dinamiche; bilancio energetico di un bipolo - Bipoli perfetti: generatori, resistori, induttori e condensatori perfetti - Reti equivalenti di bipoli reali.

Condensatori - Carica e scarica; caratteristica tensione-carica; capacità ed elastanza; equazione di Ohm; energia elettrica; collegamento in serie e in parallelo.

Induttori - Carica e scarica; caratteristica corrente-impulso di tensione; induttanza; equazione di Ohm; energia magnetica; collegamento in serie e in parallelo senza accoppiamento.

Studio di bipoli di semplice costituzione: carica con tensione o corrente costante e scarica di condensatori e induttori con resistori in serie e in parallelo.

Reti di bipoli.

Leggi delle correnti e delle tensioni - Numero dei gradi di libertà nelle correnti e nelle tensioni; correnti e tensioni indipendenti; potenziali e correnti cicliche - Conservazione della potenza - Reti di soli resistori alimentate da un solo generatore.

Equazioni delle reti; seconda legge di Kirchhoff; equazioni dei potenziali e delle correnti cicliche - Impedenze, ammettenze, rapporti di tensione e di corrente operazionali - Regole di dualità; principio di sovrapposizione; teoremi di reciprocità.

Variazioni di costituzione di una rete; apertura e chiusura di interruttori - Teoria generale dei transistori; calcolo della variazione libera e della variazione forzata; determinazione delle condizioni iniziali - Caso di transistori in presenza di raddrizzatori - Applicazioni varie - Reti anomale: piccole variazioni intorno a uno stato stabile.

Bipoli e reti di bipoli in regime sinusoidale.

Grandezze sinusoidali; rappresentazione funzionale con vettori e numeri complessi - Somma, moltiplicazione per una costante, derivazione e integrazione delle grandezze sinusoidali - Bipoli normali e invariabili; impedenze e ammettenze; rappresentazione e calcolo delle impedenze e ammettenze; caso di resistori, induttori e condensatori ideali e reti formate con elementi ideali.

Potenza in regime sinusoidale; potenza attiva, reattiva e apparente; potenza complessa.

Diagrammi polari; variazione di componenti e variazione di frequenza - Risonanza - Proprietà fondamentali delle impedenze al variare della frequenza.

Caratteristiche di un generatore; compensazione di induttanze e capacità in serie e in parallelo.

Estensione alle grandezze sinusoidali smorzate.

Grandezze periodiche non sinusoidali; serie di Fourier - Grandezze qualsiasi; integrale di Fourier.

Sistemi trifasi simmetrici ed equilibrati.

Tripoli e doppi-bipoli.

Caratteristiche, equazioni e parametri di funzionamento - Potenza assorbita e sistemi passivi - Sistemi con accoppiamento reciproco - Doppi-bipoli elementari - Collegamenti tra tripoli e tra doppi-bipoli. Reti equivalenti - Parametri immagine; catena di doppi-bipoli; linee omogenee.

Induttanze mutue; effetto sul collegamento di induttori - Forze elettromotrici di auto e mutua induzione; schema generale delle macchine elettriche.

Campi uniformi e proprietà dei materiali.

Prisma metallico; forza elettrica e densità di corrente; resistività; potenza specifica - Resistenza dei fili; classificazione dei materiali in base alla resistività; influenza della temperatura.

Condensatore piano; flusso dielettrico, induzione dielettrica; permittività; energia specifica - Capacità di un condensatore piano.

Induttore toroidale; flusso magnetico e forza magnetomotrice; induzione magnetica e forza magnetica; permeabilità - Energia specifica - Circuiti magnetici e analogia con i circuiti elettrici - Permeanze e riluttanze; induttanze.

Azioni meccaniche sugli induttori e sui condensatori.

Trasformatore.

Struttura generale dei trasformatori monofasi - Funzionamento a vuoto, sotto carico e in corto circuito - Reti equivalenti - Circuito magnetico e corrente magnetizzante.

MATERIALI PER L'ELETTROTECNICA

(Prof. BRUNO LAVAGNINO)

1. Impiego dei materiali - Considerazioni generali - Reticoli cristallini - Legami ionici - Legami omopolari - Conduttori - Isolanti - Materiali magnetici.

2. Effetto del campo magnetico sul moto degli elettroni - Momento magnetico indotto - Suscettività magnetica - Diamagnetismo - Spin - Elettroni - Effetto giro-magnetico - Paramagnetismo.

3. Ferromagnetismo - Formula di Langevin - Campo magnetico molecolare - Domini - Muri di Bloch - Antiferromagnetismo - Ferromagnetismo - Curva di ma-

agnetizzazione normale - Permeabilità normale - Permeabilità incrementale e permeabilità reversibile - Trattamenti - Leghe.

4. Il ferro - Altoforno - Forni elettrici - Ferro armco - Diagrammi di equilibrio delle leghe - Leghe ferro-carbonio - Forme allotropiche del ferro - Tempera.

5. Materiali magnetici dolci - Materiali di normale produzione - Materiali speciali - Effetto delle impurità - Leghe ferro-silicio - Leghe ferro-nichel - Trattamenti - Leghe ferro-cobalto.

6. Circuiti magnetici - Analogie con i circuiti elettrici - Elettromagneti - Calcoli relativi.

7. Perdite per correnti parassite e perdite per isteresi - Osservazione su alcuni tipi di lamierini direzionali - Effetto della lavorazione meccanica - Trattamenti termici.

8. Materiali per alte frequenze - Materiali polverizzati - Permeabilità apparente - Ferriti - Sviluppo e impiego - Angoli di perdita magnetica permeabilità complessa.

9. Utilizzazione dei magneti permanenti - Condizioni di impiego - Cicli di ritorno - Magnetizzazione dei magneti permanenti - Coefficiente di smagnetizzazione - Calcolo delle dimensioni dei magneti.

10. Materiali per magneti permanenti - Acciai al carbonio - Leghe indurite per diffusione - Trattamenti termici e magnetici - Leghe indurite per precipitazione - Micropolveri - Ferriti.

11. Magnetostrizione - Effetto degli sforzi - Convertitori elettromeccanici - Campo polarizzante - Applicazioni.

12. Misure magnetiche - Provini - Curva normale di magnetizzazione - Ciclo d'isteresi - Permeometri - Permeometri per acciai per magneti permanenti - Permeometri a compensazione.

13. Conducibilità elettrica - Conduttori - Teoria elettronica dei metalli - Conduttori per trasporto dell'energia - Rame - Alluminio - Impiego dell'alluminio - Leghe Aldrey.

14. Conduttori per resistori - Tugsteno - Misure di temperatura - Effetto Seebeck - Termocoppie - Termometri a resistenza.

15. Fili per avvolgimenti - Isolamento dei fili - Impiego - Conduttori ossidati - Ossidazione anodica.

16. Materiali isolanti - Funzione e caratteristiche - Resistività di volume - Resistività superficiale - Assorbimento dielettrico.

17. Misure di resistenze molto elevate - Metodo del galvanometro - Metodo della perdita di carica - Metodo di accumulo di carica - Metodo di compensazione - Drenaggio delle correnti - Condensatori a tre elettrodi - Misure della resistività di volume e superficiale.

18. Scarica elettrica nei gas e nei solidi - Scarica di natura termica - Prove di rigidità - Prove ad impulso - Resistenza all'arco.

19. Polarizzazione - Costante dielettrica - Materiali stratificati - Ripartizione dei potenziali - Costante dielettrica e conducibilità - Polarizzazione ionica.

20. Perdite dielettriche - Effetto della conducibilità dell'isolante - Teorie di Maxwell, Wagner, Debye - Costante dielettrica e perdite in funzione della frequenza - Costante dielettrica complessa.

21. Condensatori reali - Sistemi equivalenti - Trasformazioni - Capacità equivalente in serie - Capacità equivalente in parallelo.

22. Misure di ϵ e di $\text{tg } \delta$ - Ponte di Schering - Ponte di Schering invertito - Ponte per capacità elevate - Campo di utilizzazione - Metodo a risonanza - Principio ed esecuzione delle misure.

23. Vetri - Composizione - Lavorazione - Caratteristiche ed impiego - Vetro tessile.

24. Sostanze ceramiche - Proprietà caratteristiche - Componenti - Porcellana - Steatite - Impiego - Prove su isolatori in vetro e in porcellana.

25. Mica - Muscovite e flogopite - Graduazione - Caratteristiche - Mica sintetica - Micanite - Micalex - Micafoglio.

26. Olii isolanti - Caratteristiche e funzione degli olii - Depurazione - Norme relative agli olii isolanti - Prove fisiche - Prove elettriche - Liquidi incombustibili - Caratteristiche ed impiego.

27. Gomma - Produzione - Vulcanizzazione - Utilizzazione - Ebanite - Gomma conduttrice - Elettricità statica - Utilizzazione della gomma conduttrice.

28. La carta - Preparazione - Effetto dell'umidità - Carta essiccata - Carta impregnata - Utilizzazione.

29. Materie plastiche - Sviluppo - Costituzione - Relazione tra struttura molecolare e proprietà elettriche - Plastificanti e riempitivi - Bachelite e derivati - Resine poliviniliche - Resine polistiroliche - Resine acriliche - Polietilene - Teflon - Gomme sintetiche - Araldit.

30. Siliconi - Caratteristiche generali - Siliconi liquidi - Grassi di siliconi - Gomma di siliconi - Resine di siliconi.

31. Ferroelettricità - Materiali ferroelettrici - Sali di Seignette - Titanato di bario - Ferroelettricità e piezoelettricità - Applicazioni.

32. Isolanti resistenti alla temperatura - Materiali refrattari - Resistività e rigidità dielettrica - Proprietà termiche - Conducibilità - Resistenza agli sbalzi di temperatura - Ossidi puri - Quarzo fuso - Amianto.

33. Vernici per elettrotecnica - Olii essiccativi - Aggiuntivi per vernici - Solventi e diluenti - Viscosità e tixotropia - Proprietà delle vernici - Impiego.

34. Cenni sulla fisica dei solidi - L'atomo - I livelli energetici - Bande di conduzione e di valenza - Livello di Fermi - Isolanti - Conduttori - Semiconduttori.

35. Cenni sull'equazione di Schrödinger - Funzione di probabilità di Fermi - Dirac - Effetto Volta - Barriera di potenziale - Emissione termoionica - Effetto Hall.

36. Semiconduttori - Semiconduttori intrinseci, di tipo P, di tipo N - Fusione per zone - Drogaggio.

37. Applicazione dei semiconduttori - Termistori - Varistor - Raddrizzatori - Fototransistor - Cellule fotoelettriche - Transistori - Frigistor.

38. Particolari applicazioni dei semiconduttori - Protezione delle linee - Scariatori - Raddrizzatori - Soppressione di archi.

COMPLEMENTI DI MATEMATICA

(Prof. DELFINA ROUX)

Teoria delle funzioni analitiche.

Richiami sulle funzioni di una variabile complessa; continuità, derivabilità, condizioni di monogeneità; funzioni olomorfe.

Le trascendenti elementari nel campo complesso.

Richiami sulle serie di potenze; determinazione del raggio di convergenza; olomorfismo della somma della serie.

Funzioni armoniche.

Rappresentazioni conformi.

Integrale curvilineo di una funzione di variabile complessa; teorema di Cauchy e sue generalizzazioni; funzione primitiva.

Formula integrale di Cauchy; formula delle derivate.

Sviluppabilità in serie di Taylor di una funzione olomorfa; conseguenze; olomorfismo all'infinito.

Serie bilatera di potenze; serie di Laurent.

Punti singolari di una funzione monodroma.

Residui integrali; teorema dei residui.

Teorema dell'indicatore logaritmico; conseguenze.

Applicazioni del teorema dei residui al calcolo di particolari integrali definiti.

La funzione gamma (cenni).

Il metodo del colle.

Principio di identità delle funzioni olomorfe; prolungamento analitico; funzione analitica.

Teorema di monodromia - Funzioni polidrome; punti di diramazione.

La trasformazione di Laplace.

Definizione; ascissa di convergenza; prime proprietà.

Convergenza assoluta.

Prima e seconda formula fondamentale.

Trasformazione per serie.

Il prodotto integrale e le sue proprietà. Teorema del prodotto integrale.

Inversione della trasformazione di Laplace: unicità, condizioni necessarie, condizioni sufficienti.

Formula di Riemann-Fourier.

Antitrasformazione delle funzioni razionali.

Le cosiddette funzioni impulsive.

Applicazione della trasformazione di Laplace alla integrazione di equazioni e sistemi di equazioni differenziali.

Calcolo simbolico generalizzato e sue applicazioni.

Funzioni di Bessel.

Serie ortogonali.

Sistema di funzioni ortogonali; serie ortogonali.

Richiami sulle serie trigonometriche. Trasformata ed integrale di Fourier.

Polinomi di Legendre - Le funzioni Q di Legendre.

Funzioni sferiche.

Polinomi di Cebisceff.

Operatori differenziali nello spazio.

Equazioni e derivate parziali nel campo reale.

Equazioni ellittiche: problemi dei valori al contorno.

Le formule di Green e loro conseguenze; applicazione alle equazioni di Laplace e di Poisson.

Soluzione del problema di Dirichlet per l'ipersfera - Proprietà delle funzioni armoniche.

Soluzioni approssimate del problema di Dirichlet mediante opportuni sviluppi in serie.

Cenni alle soluzioni dei problemi interno ed esterno di Dirichlet e di Neumann per un dominio qualsiasi.

La teoria del potenziale e sua applicazione alla soluzione del problema dei valori al contorno.

Equazioni iperboliche: problema di Cauchy e problema misto.
Soluzione del problema di Cauchy per l'equazione delle onde.
Metodi per la soluzione del problema misto. Autovalori.
I problemi analoghi per le equazioni paraboliche e, in particolare, per l'equazione della diffusione.

DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo avessero già seguito sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio Propedeutico).

IV ANNO

CAMPI ELETTROMAGNETICI E CIRCUITI

(Prof. MARIO BOELLA)

Rappresentazione matematica di una propagazione ondosa, funzione d'onda e definizioni fondamentali.

Equazione di Maxwell - Equazione d'onda - Condizioni di linearità, omogeneità, e isotropia del mezzo - Propagazione in un mezzo limitatamente conduttore - Costante di propagazione complessa - Propagazione di onde piane - Onde piane omogenee - Versore di propagazione - Polarizzazione - Flussi di energia associati ad una propagazione di onde elettromagnetiche - Vettore di Poynting.

Propagazione in un mezzo limitato - Condizioni al contorno e teorema di unicità - Incidenza obliqua di onde piane su un piano, riflessione e rifrazione - Incidenza di un'onda piana omogenea su un piano metallico - Effetto pelle - Condizioni di Leontovich - Velocità di fase e di gruppo e velocità di segnale - Mezzi dispersivi normali e anormali.

Metodi di rappresentazione di un campo elettromagnetico - Uso di vettori ausiliari - Modi TE e TM - Scalarizzazione dell'equazione d'onda del vettore ausiliario - Scomposizione di un campo maxvelliano generico in modi TE e TM - Rappresentazione in coordinate cartesiane, cilindriche, sferiche - Formulismo di Marcuviz-Schwinger.

Guide d'onda a sezione rettangolare e circolare - Linea biconica - Linea bifilare - Definizione di tensione e corrente di linea per il modo TEM, ed equazioni differenziali che le legano - Interpretazione circuitale - Attenuazione nelle guide d'onda.

Equivalenza tra guide e linee - Propagazione di perturbazioni di tensione e di corrente lungo una linea omogenea - Coefficienti di riflessione di tensione e di corrente - Trasformazioni di impedenza - Carta di Smith - Applicazioni a problemi di adattamento di impedenza - Soluzioni tecniche di adattatori di impedenza e simmetrizzatori del carico - Cenni sui problemi di allargamento di banda mediante quadripoli di adattamento.

Soluzione generale dell'equazione d'onda dei vettori E ed H - Formula di Kirchhoff - Potenziali ritardati vettore e scalare - Dipolo hertziano e suo campo elettromagnetico vicino e lontano - Dipolo oscillante armonicamente - Flussi di potenza attiva e reattiva nello spazio circostante il dipolo - Potenza irradiata e resistenza di radiazione - Lemma di Lorentz e teorema di reciprocità - Dipolo magnetico e sua equivalenza al dipolo elettrico - Il metodo delle sorgenti virtuali per il calcolo del campo prodotto da una bocca irrimediante - Principio di equivalenza.

Propagazione su terra piana - Cenni alle trattazioni di Sommerfeld e Weyl - Elaborazione delle soluzioni - Coefficienti di riflessione piana - Calcolo del campo

superficiale e sua polarizzazione - Influenza del suolo sulla resistenza di radiazione del dipolo.

Propagazione su terra sferica per diffrazione - Soluzione generale - Trasformazione di Watson - Cenni alla trattazione di van der Pol e Bremmer e differenziazione della soluzione per la regione in luce e la regione in ombra - Analisi dei risultati grafici.

Propagazione troposferica - Cenni sulla fisica della troposfera - Indice di rifrazione modificato del mezzo - Casi tipici di rifrazione - Effetto di condotto - Propagazione per turbolenza troposferica.

Propagazione in un mezzo ionizzato - Costante dielettrica, costante di propagazione ed indice di rifrazione complessi - Caso di mezzo magneticamente attivo - Anisotropia del mezzo e tensore della costante dielettrica - Formula di Appleton-Hartree - Casi di polarizzazione rotatoria e di birifrangenza - Velocità di fase e di gruppo - Interazione e girointerazione ionosferica.

Fisica della ionosfera - Teoria di Chapman - Propagazione ionosferica delle radioonde - Ionogrammi e ionosonde - Teoremi di Breit e Tuve e di Martin e legge della secante - Analisi della propagazione di radiazioni di varia lunghezza d'onda attorno alla terra - Magnetosfera ed exosfera - Echi e disturbi di origine terrestre ed extraterrestre.

Studio delle antenne filiformi considerate come linee - Influenza di reattanze concentrate in serie ed in derivazione sulla linea - Applicazioni, antenne Alexander - Calcolo della potenza irradiata da un'antenna filiforme - Influenza della radiazione sulla distribuzione di corrente e di tensione - Impedenza propria e mutua di radiazione di antenne filiformi - L'antenna ricevente.

Studio integrale dell'antenna irradiante - Cenni alla trattazione di Schelkunoff per l'antenna biconica e cilindrica - Cenno alla trattazione di Hallén - Limitazioni delle trattazioni teoriche - Esame dei risultati sperimentali per antenne cilindriche, coniche e a ventaglio - Influenza del sistema di alimentazione sull'impedenza di ingresso e correzione di Wu - Antenna a dipolo ripiegato.

Distribuzione nello spazio dell'energia irradiata da un'antenna - Forza radiomotrice - Direttività e guadagno - Teoria generale di una schiera lineare di radiatori - Influenza della distribuzione di ampiezza e fase lungo la schiera sulle caratteristiche di direttività - Lobi secondari - Schiere e irradiazione longitudinale e trasversale - Criteri per la progettazione ottima di una schiera - Schiera binomiale e di Cebiceff - Irradiazione di antenne filiformi - Corrispondenza tra distribuzione di corrente lungo l'antenna e distribuzione nello spazio dell'energia irradiata - Metodi di sintesi di un diagramma di radiazione.

Antenne filiformi rettilinee - Torri auto-irradianti per radiodiffusione - Antenne Marconi-Franklin, cortine, antenne rombiche - Antenne Yagi - Antenne Beverage e Pedersen - Antenne ad elica - Sistemi di alimentazione di antenne e norme generali per la loro progettazione.

Bocche irradianti - Antenne a tromba - Lenti dielettriche e metalliche - Antenne a riflettore e combinazioni di trombe, lenti e riflettori - Antenne a fessura - Principio di dualità di Pistol'kors e sue applicazioni - Esempi di antenne a fessura - Orientamenti per l'attuazione di antenne a guadagno unitario - Problema delle antenne a larga banda - Antenne log-periodic.

MISURE ELETTRICHE

(Prof. LORENZO MARENESI)

Misure dirette e indirette - Errori assoluti e relativi - Precisione - Accuratezza - Sensibilità - Elementi della teoria degli errori - Approssimazioni nei calcoli - Sistemi di unità di misura - Gli accordi internazionali - Principi di statistica - Frequenza statistica - Probabilità - Valore medio - Scarto rispetto alla media - Varianza - Principio dei minimi quadrati - Distribuzione statistica e densità di frequenza

statistica - Il teorema del limite centrale - La curva di distribuzione normale - Criteri di applicazione dei risultati statistici - Interpolazione lineare - Correlazione.

Sistemi di misura - Relazioni funzionali tra ingresso e uscita - Sistemi lineari - Sovrapposizione degli effetti - Funzioni di trasferimento - Poli - Zeri - Frequenze proprie - Studio del moto di uno strumento indicatore o registratore - Risposte al gradino e all'impulso - Analisi in frequenza - Applicazioni agli strumenti indicatori e allo oscillografo elettromagnetico - Condizioni di non distorsione - Galvanometro - Galvanometro balistico - Galvanometro a vibrazione - Oscillografo elettromagnetico - Derivatori - Amplificatori galvanometrici.

Generalità sugli strumenti indicatori - Portata, costante, classe, consumo - Scale, indici, sospensioni, molle, smorzatori, equilibratura - Norme CEI - Strumenti a indicazione numerica - Strumento a magnete permanente e bobina mobile - Milliampereometro; voltmetro; millivoltmetro; amperometro - Derivatori - Strumenti elettrodinamici - Milliampereometro; amperometro; voltmetro; wattmetro - Wattmetri a basso $\cos \varphi$ - Amperometri e voltmetri a ferro mobile - Amperometri e voltmetri a induzione - Contatori elettrodinamici e a induzione - Strumenti a raddrizzatore - Raddrizzatori meccanici - Raddrizzatori chimici - Strumenti universali - Strumenti a termocoppia - Strumenti a filo caldo - Strumenti elettrostatici - Misuratori di rapporto - Ohmetri - Cosfimetri - Frequenzimetri - Oscillografi a catodo caldo e a catodo freddo - Strumenti registratori - Trasformatori di tensione - Trasformatori di corrente.

Misure di tensione, corrente, potenza e energia in corrente continua, a frequenza industriale e acustica - Metodi dei tre voltmetri e dei tre amperometri - Misure sui sistemi trifasi simmetrici e equilibrati, simmetrici e squilibrati, dissimmetrici e squilibrati.

Campioni di f.e.m. e di resistenza - Cassette di resistenza - Resistori per corrente alternata - Partitori per elevate tensioni - Derivatori per forti correnti.

Misure di resistenza - Ponte di Wheatstone - Ponte di Thompson - Metodi di sostituzione e di inversione dei lati di rapporto - Misure di grandi resistenze - Schermature - Metodo della perdita di carica.

Potenzimetri - Misure di tensione e di corrente - Tarature di amperometri, voltmetri, wattmetri - Misure di resistenza al potenziometro - Potenzimetri in corrente alternata - Campioni di trasferimento.

Campioni di capacità e di induttanza - Campioni di mutua induttanza - Condensatori per alte tensioni - Misure di capacità e di induttanza - Ponti in corrente alternata - Alimentazione - Rivelazione - Schermature - Terra di Wagner - Esempi tipici di ponti in corrente alternata - Misure magnetiche - Rilievo della curva di magnetizzazione e del ciclo di isteresi su provini ferromagnetici - Permeametri - Misura delle perdite - Apparechio di Epstein.

ELETRONICA APPLICATA

(Prof. GIACINTO ZITO)

Nozioni generali sull'elettronica - Richiami sulla fisica dei solidi - Semiconduttori - Effetti di giunzione e contatto - Emissione termoionica, secondaria e fotoelettrica - Catodi a emissione termoionica.

Il diodo a emissione - Diodi a gas - Diodi a contatto e a giunzione - Applicazioni del diodo - Comportamento di elementi resistivi non lineari nei circuiti elettrici.

Il triodo - Studio del funzionamento - Parametri ed equazione caratteristica - Il triodo amplificatore - Il triodo oscillatore - Triodi a gas.

Transistori - Studio del funzionamento - Circuiti equivalenti - Parametri e caratteristiche - Circuiti con transistori - Stabilizzazione del punto di funzionamento.

Tubi con griglia schermo - Applicazioni fondamentali.

Nozioni tecniche generali sui tubi elettronici e sui dispositivi a semiconduttori - Cenni di tecnologia - Cenni di tecnica del vuoto.

Studio generale della reazione negli amplificatori - Stabilità degli amplificatori a reazione negativa - Circuiti oscillatori.

Trasformazione di forme d'onda - Derivatori e integratori - Amplificazione di forme d'onda speciali.

Circuiti generatori di forme d'onda speciali con tubi e transistori - Multivibratore bistabile, monostabile, astabile - Multivibratore induttivo - Circuito di Miller e fantastron.

Sistemi di conteggio a elementi binari - Sistemi di reazione per conteggio non binario - Decadi ad alta velocità - Dispositivi di indicazione e di conteggio.

Tubi speciali per dispositivi di conteggio.

I transistori nei circuiti ad impulsi - Comportamento alle alte frequenze ed ai transistori - Circuiti equivalenti - Multivibratori con transistori - Stabilizzazione elettronica, di correnti e tensioni continue, con dispositivi a tubi e a transistori - Stabilizzazione di tensioni alternate.

TEORIA DELLE RETI ELETTRICHE

(Prof. MARIO SOLDI)

Parte I. - Questioni generali. Sintesi dei bipoli.

Reti lineari passive con parametri concentrati - Funzioni di reti nel piano della pulsazione complessa p - Problemi relativi alle reti: analisi e sintesi passi successivi di un problema di sintesi completo - Unità logaritmiche - Richiamo del metodo dei nodi.

Componenti - Perdite negli induttori e nei condensatori - Risonatori ideali e reali; risonanza; curve di risonanza; coefficiente di qualità.

Funzioni di rete - Forma delle funzioni di rete - Zeri e poli - Parte reale, parte immaginaria, modulo e argomento; parte pari, parte dispari, generatrici del modulo e dell'argomento - Transitorio generale in una rete passiva; limitazioni per zeri e poli; relazione fra la posizione di zeri e poli ed il tipo di elementi costituenti la rete. Proprietà dei polinomi di una funzione di rete - Normalizzazione - Studio grafico delle funzioni di rete; diagrammi elementari di modulo ed argomento associati a zeri e poli.

Energetica dei bipoli in regime sinusoidale e cisoidale - Le condizioni di Brune; alcune proprietà delle funzioni di Brune.

Procedimenti elementari di sintesi dei bipoli. Sintesi delle immettenze di rango basso - Scomposizione in fratti semplici - Divisioni successive - Alcuni artifici empirici.

Bipoli puramente reattivi - Condizioni di attuabilità in varie forme - Sintesi dei bipoli reattivi nelle forme di Foster e di Cauer; altre forme - Andamento della reattanza o suscettanza - Distribuzione di zeri e poli.

Bipoli RC - Condizioni di attuabilità e sintesi nelle varie forme - Distribuzione di zeri e poli - Bipoli RL.

Seconda forma delle condizioni di Brune - Sintesi dei bipoli nel caso generale - Estrazione di zeri e poli sull'asse ω - Estrazione della minima resistenza o conduttanza - Cicli di Brune - Possibilità di eliminare i trasformatori; varianti del metodo di Brune.

Relazioni fra parte reale ed immaginaria, fra modulo e argomento per un'immettenza - Ricostruzione di un'immettenza dalla parte reale o dal modulo - Sintesi di un'immettenza in base agli zeri della parte pari.

Problema di approssimazione - Sua soluzione col metodo di Zobel e col metodo grafico.

Parte II. - Teoria classica dei doppi bipoli.

Richiami e definizioni - Equazioni di funzionamento - Gruppi di parametri: impedenze a vuoto; ammettenze di corto circuito; gruppo di catena; gruppo delle impedenze a vuoto e di corto circuito; gruppi dei parametri immagine ed iterativi - Doppi bipoli simmetrici - Funzionamento del doppio bipolo sotto carico - Strutture pratiche dei doppi bipoli; celle elementari - Collegamento dei doppi bipoli: catene adattate - Il trasformatore puramente induttivo.

Accoppiamento diretto di un generatore con un carico. Adattamento energetico e di uniformità - Accoppiamento di un generatore con un carico tramite un doppio bipolo; formula di Zobel per il fattore d'inserzione - Introduzione delle unità logaritmiche e semplificazioni nei casi particolari - Guadagno d'inserzione e suo limite teorico.

La teoria dei filtri sulla base dei parametri immagine - Doppi bipoli reattivi adoperati come filtri; andamento dell'indice di trasduzione e dell'impedenza caratteristica.

Filtri passa basso - Celle elementari a k costante ed m -derivate - Progetto semplificato di un filtro - Riflessioni - Attenuazione d'inserzione di un filtro in banda passante e in banda attenuata - Procedimenti ed esempi pratici di progetto di filtri tenendo conto delle riflessioni - Procedimento di Rumpelt per il tracciamento dei grafici dell'attenuazione - Cenno sugli effetti dovuti alle dissipazioni - Cenno sui filtri antimetrici.

Doppi bipoli reattivi per l'adattamento energetico fra un generatore ed un carico - Esempi pratici di calcolo - Comportamento di un trasformatore per l'adattamento su banda larga.

Attenuatori e adattatori resistivi - Esempi pratici di calcolo.

Parte III. - Sintesi dei doppi bipoli.

Sintesi di stadi amplificatori con semplice bipolo di carico - Introduzione dei fattori esuberanti; amplificatori con più stadi.

Sintesi dei doppi bipoli a resistenza costante - Condizioni di attuabilità di un coefficiente di riflessione e di un coefficiente di trasmissione - Attuazione del doppio bipolo con una sola cella a ponte - Possibilità di scomposizione in più celle in cascata; conversione alla forma sbilanciata - Equalizzatori di fase; tipi di coefficienti di trasmissione adatti per la correlazione della fase.

Sintesi dei doppi bipoli reattivi ricondotta alla sintesi di un bipolo - Caso del doppio bipolo caricato da un lato solo - Caso del doppio bipolo caricato da entrambi i lati - Coefficienti di trasmissione e di riflessione, fattore d'inserzione e funzione caratteristica assunti come dato del problema di sintesi - Ricostruzione dell'impedenza d'entrata e sintesi in base agli zeri della parte reale - Applicazione alla sintesi dei filtri passa basso - Problema di approssimazione per i filtri - Curve di risposta alla Cebisoeff o alla Butterworth in banda passante - Metodo del filtro di riferimento di Darlington - Illustrazione delle più importanti tabelle esistenti di filtri calcolati per sintesi.

TECNOLOGIA MECCANICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

IMPIANTI ELETTRICI

(Prof. RINALDO SARTORI)

Schema fondamentale degli impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica - Linee elettriche; perdite e rendimenti; variazione di tensione.

Diagrammi di carico; parametri caratteristici: potenza massima e media, ore di utilizzazione, fattore di utilizzazione, fattore di potenza medio - Tariffe - Schemi e apparecchiature di cabina - Prese di terra - Rifasamento e regolazione della tensione.

Macchine elettriche: perdite, rendimenti, prove di collaudo - Dati di targa.

Trasformatori - Curve di rendimento e rapporto ottimo tra perdite nel ferro e nel rame - Variazione di tensione - Trasformatori trifasi - Funzionamento in parallelo - Auto-trasformatori.

Alternatori - Struttura e funzionamento; reazione di indotto; caratteristica a vuoto e in corto circuito - Funzionamento in parallelo - Motori sincroni.

Motori e generatori asincroni - Struttura e funzionamento; circuito equivalente; diagramma circolare; caratteristica meccanica - Avviamento; motori con gabbia semplice, doppia e con cave profonde - Motori monofasi - Variatori di tensione e di fase - Trasmittitori di angoli e di coppie.

Macchine a corrente continua - Struttura e funzionamento - Generatori; caratteristiche esterne; regolazione della tensione - Motori; caratteristiche meccaniche; regolazione di velocità - Gruppo Ward-Leonard - Metadinamo e metamotori.

Apparecchi elettronici industriali - Diodi semplici e con elettrodi di comando - Schemi dei raddrizzatori monofasi e trifasi tipici; commutazione - Regolazione di correnti alternate mediante diodi comandati.

V ANNO

COMUNICAZIONI ELETTRICHE

(Prof. MARIO BOELLA)

Generalità sui sistemi di comunicazioni elettriche - Analisi e sintesi dell'informazione - Trasduzione dell'informazione - Concetto di modulazione.

Sorgenti di informazione.

Richiami sui suoni e l'audizione - Scala di sensazione sonora e audiogramma - Unità Phon - Trasduttori elettroacustici: microfoni a carbone, a bobina mobile, a nastro, piezoelettrici, caratteristiche acustiche ed elettriche.

Incisione e riproduzione fonografica, caratteristiche, equalizzazione e normalizzazioni - Fonorilevatori a riluttanza variabile, magnetici e piezoelettrici, caratteristiche elettriche e meccaniche.

Incisione e riproduzione su nastro magnetico - Caratteristiche del nastro e delle testine di incisione, riproduzione e cancellazione - Polarizzazione in alta frequenza - Equalizzazione.

Trasduttori elettroacustici: auricolare telefonico - Altoparlanti - Circuito equivalente - Risposta alle alte e alle basse frequenze - Miglioramento della risposta alle frequenze basse (schermo infinito e bass-reflex) e alle frequenze elevate (connetto diffusore e trombe esponenziali) - Problemi di riproduzione ad alta fedeltà e riproduzione stereofonica.

Apparecchiature per telegrafia celere - Trasmittitori automatici Creed e Boheme meccanici e fotoelettrici - Codice Baudot - Telescriventi - Telescriventi Olivetti: codificazione e analisi del segnale in trasmissione; trasformazione di codice da tempo a spazio, decodificazione e scrittura in ricezione - Sistema Siemens Hell.

Modulazione.

Modulazione di grandezze armoniche in ampiezza, fase e frequenza - Analisi e interpretazione fisica degli spettri di modulazione - Diagrammi vettoriali di modulazione - Sistemi DBS/SC e SSB/SC - Teorema di interpolazione - Modulazione di una successione di impulsi in ampiezza, larghezza, posizione - Demodulazione di impulsi modulati - Modulazione di impulsi a codice e quantizzazione dell'informazione.

Multiplicazione di un canale telefonico mediante suddivisione del tempo e impiego di modulazioni impulsive - Problemi di diafonia e intermodulazione.

Multiplicazione di un canale telefonico mediante trasposizione in frequenza - Gruppi fondamentali A e B - Formazione diretta del gruppo B o indiretta mediante premodulazione e pregruppi - Traslazione del gruppo fondamentale - Formazione di supergruppi - Sistema normalizzato per cavo coassiale - Schemi di circuiti di modulazione - Modem.

Rumore.

Sorgenti di rumore nelle apparecchiature elettroniche, resistori, tubi, transistori - Comportamento di reti lineari in presenza di rumore - Cifra di rumore e temperatura di rumore all'ingresso - Filtro ottimo.

Rumore captato dalle antenne: definizione di temperatura di rumore d'antenna - Calcolo del rapporto segnale/rumore complessivo all'ingresso del demodulatore in un sistema di comunicazione.

Miglioramento del rapporto segnale/rumore per mezzo della demodulazione: demodulatori di ampiezza, frequenza - Fenomeno di soglia.

Confronto conclusivo dei vari sistemi di modulazione dal punto di vista del miglioramento nel rapporto segnale/rumore.

Teoria statistica dell'informazione.

Misura dell'informazione, canale discreto con e senza rumore; canale continuo.

Teoria della correlazione: funzioni di correlazione e analisi armonica generalizzata - Metodi di estrazione di segnali immersi nel rumore per mezzo di correlazione.

Radiolocalizzazione.

Principi generali - Rappresentazione tipo A e determinazione della distanza del bersaglio - Determinazione delle coordinate angolari - Commutazione dei lobi d'antenna - Scansione conica - Sistema monopulse - Scansione elettronica - Stabilizzazione del piano di riferimento - Modulatori per radar a linea di ritardo: principi di funzionamento e attuazioni pratiche Duplexer TR e ATR - Illustrazione di moderni radar navali per ricerca e puntamento - Elaborazione e presentazione dei dati - Radar guidamissili - Equipaggiamento radar per aerei - Fasi di ricerca, agganciamento del bersaglio, attacco, navigazione - Cenni sui « Radomes ».

Radiogoniometria.

Radiogoniometro a telaio, determinazione della direzione e del senso - Difetti e limitazioni - Radiogoniometri a doppio telaio e Adecock - Installazione dei radiogoniometri, errori e loro correzione - Determinazione del punto mediante rilevamenti radiogoniometrici - Mappe.

Radioaiuti alla navigazione.

Radiosentieri o radiorotte a fasci incrociati - Radiofaro omnidirezionale VOR - Sistema DME - Sistema tattico militare TACAN - Combinazione VORTAC - Sistema

di navigazione iperbolica: GEE, LORAN standard, LORAN C, DECCA - Sistemi ILS per atterraggio cieco - Sistema PAR - Radioaltimetri per aerei - Sistema di radionavigazione aerea DOPPLER.

Antenne per telecomunicazioni.

Complementi sull'attuazione tecnica di antenne per sistemi di telecomunicazione - Antenne a tromba: dimensioni della bocca in funzione del guadagno, criteri di proporzionamento e problemi di adattamento di impedenza - Antenne a lente: problemi di riflessione e adattamento - Antenne a riflettore: problemi relativi all'illuminatore, soluzioni tecniche e importanza della geometria del bordo sui lobi secondari - Antenne a fessura: cenno ai metodi di calcolo - Antenne indipendenti dalla frequenza: antenne equiangolari e antenne log-periodic - Antenne retrodirezionali e autofocalizzanti per satelliti.

Cenno riassuntivo ai problemi di diffrazione ed ai loro metodi di studio.

CONTROLLI AUTOMATICI

(Prof. LUIGI PICLIONE)

1. Comando e regolazione - Considerazioni analitiche di carattere generale e sistemi di rappresentazione - Grandezze di comando e grandezze comandate - Disturbi e loro suddivisione - Sistemi normali e anomali - Regime stazionario e comportamento dinamico - Funzione di trasferimento - Esempi.

2. Sistemi normali in regime stazionario - Determinazione analitica e sperimentale delle funzioni di trasferimento - Rappresentazione mediante schemi a blocchi - Reazione negativa - Funzione di trasferimento equivalente di un sistema con reazione - Riduzione dei disturbi - Grandezza di confronto ed errore - Metodi di progettazione di sistemi con riferimento alla sola condizione di regime stazionario - Alcuni cenni sui sistemi anomali in regime stazionario - Esempi.

3. Sistemi normali in comportamento dinamico - Utilizzazione della trasformata di Laplace - Poli e zeri - Costanti di tempo, rapidità di risposta, sovrareazione, smorzamento - Integrale di Fourier - Correlazione tra comportamento dinamico e regime quasi stazionario - Funzione di trasferimento nel comportamento dinamico - Grandezze di comando: andamenti caratteristici - Classificazione dei sistemi in relazione alla presenza di poli nell'origine nella funzione di trasferimento ad anello aperto - Costanti di posizione, di velocità e di accelerazione - Stabilità dei sistemi - Metodo di Routh - Sistemi del secondo ordine - Elementi di compensazione ad azione derivativa e integrativa, elementi di compensazione in reazione parziale.

4. Metodo del luogo delle radici - Significato e portata del metodo - Analisi dell'effetto di poli e zeri introdotti da elementi di compensazione ad azione derivativa e integrativa - Tracciamento del luogo delle radici - Determinazione degli elementi di compensazione - Relazioni tra la dinamica dei sistemi e la posizione dei poli e degli zeri: banda di frequenza, smorzamento, costanti di posizione, velocità, accelerazione - Funzione di trasferimento dell'anello aperto dedotta dalla dinamica del sistema - Utilizzazione del luogo delle radici in relazione a problemi di saturazione - Compensazione con elementi in reazione parziale - Applicabilità ai sistemi di controllo.

5. Diagramma di Nyquist - Analisi del comportamento del sistema dedotto dal diagramma di Nyquist - Cerchi a modulo e fase costanti - Elementi di compensazione e deduzione della loro funzione di trasferimento utilizzando il diagramma di Nyquist - Impiego dell'inverso della funzione di trasferimento - Diagramma di Bode - Margine di fase - Rappresentazione approssimata del modulo della funzione di trasferimento mediante spezzata - Teoremi di Bode - Deduzione approssimata del

marginie di fase - Elementi ausiliari per il tracciamento esatto delle curve di attenuazione e di fase - Carte di Nichols - Analisi del comportamento del sistema dedotto dal diagramma di Bode - Elementi di compensazione in cascata e loro determinazione - Metodo approssimato per il calcolo degli elementi di compensazione in reazione parziale.

6. Grandezze di ingresso: classificazione - Banda di frequenza associata a una grandezza di ingresso: metodo grafico per la determinazione - Grandezze ad andamento casuale - Probabilità - Ipotesi ergodica - Funzioni di auto e mutua correlazione - Trasformata di Fourier - Funzioni di trasferimento con grandezze casuali - Elementi di somma e sottrazione - Funzioni di traslazione - Funzioni di errore - Errore quadratico medio e integrale - Teorema di Wiener-Hopf - Significato e applicabilità del teorema - Problemi e metodi di sintesi lineare - Sistemi di controllo con saturazione.

7. Sistemi anomali - Funzione descrittiva e sua applicazione - Sistemi a relé - Metodo del piano delle fasi - Studio di particolari condizioni di anomalità - Portata e limiti del metodo - Sistemi con informazione campionata - Calcolatrici analogiche ed elementi fondamentali - Impostazione dei problemi nella calcolatrice - Scala delle grandezze e dei tempi - Problemi relativi a sistemi anomali - Simulatori analogici.

8. Componenti - Componenti elettrici ed elettromeccanici - Motori e generatori elettrici - Amplificatori elettrici e magnetici - Componenti elettronici - Elementi modulatori e demodulatori - Sistemi e componenti meccanici - Sistemi e componenti idraulici, pneumatici e termici - Analogie di comportamento tra sistemi elettrici e non elettrici - Sistemi e metodi di analogie.

RADIOTECNICA

(Prof. CLAUDIO EGIDI)

Componenti. — La normalizzazione internazionale (IEC) e nazionale (CEI): pubblicazioni - Altre importanti norme estere.

Resistori a filo; equazione per la R e' suoi limiti per spessori sottili; effetto di pelle; parametri parassiti - Filo Litz.

Radiodisturbi naturali e artificiali: vari tipi - Il CISPR e la sua intensa attività nel campo dei disturbi artificiali - Il rumore Johnson e il rumore Bernamont nei resistori - Valori caratteristici del fattore di cresta in termini statistici - L'effetto Boella nei resistori chimici.

Le unità di trasmissione; livelli assoluti e relativi - Esempi di calcolo per catene senza diramazioni e cenno a quelle con diramazioni.

Induttori: bobine, vari tipi di nuclei (laminati, poliferri, ferriti), isolanti, supporti, schermi.

Condensatori: pericolosità per l'uomo in taluni casi; circuiti equivalenti a radiofrequenza (richiami) - Principali tipi di dielettrici - Il riscaldamento dielettrico: calcolo dei gradienti necessari. Condensatori elettrolitici tradizionali e al tantalio - Condensatori fissi e variabili in aria e nel vuoto - Risonanze.

Circuiti tradizionali e circuiti stampati: cenno alle principali tecnologie.

L'affidabilità dei componenti e degli insiemi: espressioni rappresentative.

Modulazione. — Modulazione d'ampiezza pura con una sola frequenza di modulazione: rappresentazione - Concetto e definizione rigorosa d'involuppo - Sovramodulazione pura e battimento - Modulazione d'ampiezza qualunque; involuppo generale, ellisse luogo: equazione, tavole numeriche - Modulazione simultanea con

due o più frequenze - Potenza media e potenza istantanea - Modulazione televisiva: banda laterale parzialmente soppressa, decomposizione delle bande.

La stereofonia compatibile: caratteristiche fondamentali - Multiplex stereofonico, forme d'onda, effetti secondari.

Modulazione di frequenza: richiamo ai concetti fisici fondamentali ed esempi di calcolo.

Ricevitori sonori. — Il principio della supereterodina - Definizione delle varie categorie e dei ricevitori tipici secondo il CCIR - Impedenze normalizzate degli altoparlanti - Valori normali e massimi della potenza d'uscita per i vari tipi di ricevitori - Tubi e transistori finali e prefinali: potenza utile e distorsioni. - La regolazione di tono: celle tipiche, circuito generale - Metodi analitici e grafici per il calcolo delle distorsioni: i metodi a 3, 4 e 5 punti con varianti - Confronti dei vari metodi fra loro ed esame comparativo fra i valori calcolati con detti metodi e quelli di catalogo, per vari tubi e transistori: curve tipo - Metodi analitici: esempio di calcolo - Elemento non lineare con due segnali all'entrata: tavola generale dei prodotti d'intermodulazione e dei loro coefficienti; esempi di calcolo.

Amplificatori in controfase a tubi e a transistori in classe A e in classe B: tavola generale e descrizione completa delle forme d'onda - Eccitazione degli stadi in controfase.

La rivelazione dei segnali modulati in ampiezza; proporzionamento del gruppo RC in prima e in seconda approssimazione per evitare o ridurre il taglio laterale - Taglio di fondo, esempio - La rivelazione dei segnali modulati in frequenza: i circuiti caratteristici per i discriminatori.

La conversione di frequenza a tubi e a transistori - Mescolazione moltiplicativa e additiva: esempi di calcolo - L'applicazione della tensione di oscillatore locale nei tubi; vari tipi di oscillatori.

Criteri di scelta della frequenza intermedia; il comando unico della supereterodina, l'allineamento - Antenne elettriche per onde medie e corte e per onde metriche; antenne magnetiche a ferrite - Antenne fittizie - Accoppiamento fra antenna e primo tubo/transistore - Circuito d'entrata per onde medie; circuito per onde metriche - L'amplificazione a frequenza intermedia: circuito risonante singolo e circuiti accoppiati - Cenno alle misure sui ricevitori: generatori di segnali e altri strumenti - Caratteristiche: risposta, distorsioni, stabilità, sensibilità, selettività, irradiazioni parassite.

Televisione e ricevitori televisivi. — Principi fondamentali; analisi dell'immagine, numero di righe al quadro, le varie norme televisive - Trasmissione a distanza dei programmi televisivi: ponti radio e cenno ai cavi coassiali - Canali VHF e UHF per la radiodiffusione televisiva: distribuzione delle stazioni in Italia - Modulazione visione e suono; livelli visione, potenze, soppressione parziale di banda - Segnali di sincronizzazione - Tubi da presa e riproduzione (orthicon, vidicon, gaging spot, cinescopio), antenne riceventi, impianti centralizzati d'antenna - Il televisore in bianco e nero; schemi a blocchi, circuito d'entrata, oscillatore locale, convertitore, rivelatore - L'amplificatore a f.i. a circuiti scalati: calcolo - Generatore di corrente per le bobine di deflessione.

Televisione a colori - Concetti di colorimetria, primari per la televisione a colori, compatibilità - Cinescopio tricromatico.

Primari di trasmissione e loro banda; matricizzazione in trasmissione e ricezione - Analisi dello spettro televisivo; sottoportante cromatica.

Trasmettitori. — Tipi di trasmissione, schema a blocchi di un trasmettitore a modulazione d'ampiezza - Amplificatore di potenza per la radiofrequenza non modulata in Classe C: esempio di progettazione - Modulazione d'ampiezza dell'amplificatore in Classe C: tipi di modulazione (anodica, di griglia pilota, di schermo e di soppressore).

MISURE ELETTRONICHE

(Prof. GIULIO GREGORETTI)

Oscillografi a raggi catodici - Caratteristiche dei tubi a raggi catodici ed in particolare degli schermi - Metodi di presentazione delle forme d'onda: cartesiana, polare, spiralforme - Esempio di utilizzazione dell'oscillografo a raggi catodici per la misura del livello corona - Commutatori meccanici ed elettronici per presentazioni multiple - Caratteristiche dei diversi blocchi di un oscillografo a raggi catodici e descrizione dettagliata degli schemi di un apparecchio commerciale - Oscillografi a memoria - Oscillografi campionatori.

Generatori di segnali campioni, caratteristiche generali - Generatori di segnali a bassa frequenza con oscillatori a rete di reazione RC - Generatori di segnali ad alta frequenza con oscillatori del tipo LC, descrizione dettagliata di un apparecchio commerciale - Generatori di segnali a battimetri, vobulatori.

Misure di frequenza e d'intervalli di tempo - Misura di frequenza mediante oscillografi a raggi catodici, e con metodi ad eterodina - Frequenzimetri a carica e scarica di condensatore - Frequenzimetri ad assorbimento ed a reazione - Misure di frequenza riportate a misure di lunghezza d'onda - Frequenzimetri a contatore - Campioni astronomici di tempo, comparatori (orologi a quarzo), campioni atomici e molecolari - Confronto di campioni mediante misura di tempo, di fase, di frequenza.

Misure di fase con oscillografo (dedotte da figure di Lissajous, dedotte dalla posizione delle onde presentate mediante scala lineare dei tempi), con metodi di zero (mediante sfasatore tarato e dispositivi elettronici di rivelazione di differenza di fase) - Misure di fase riportate a misure di tensione con elementi quadratici - Tecnica della misura di fase mediante somma (somma di vettori, di tensioni rettangolari), mediante circuiti bistabili, mediante contatori - Tecniche di riportare la misura di fase a frequenze più elevate o più basse.

Misure di tensioni continue mediante voltmetri a triodo elettrometrico, a condensatore vibrante, a commutatore meccanico, fotoelettrico - Utilizzazione dei voltmetri per misure di corrente e di resistenze - Principali tipi di voltmetri numerici per tensioni continue.

Misure di tensioni alternate - Voltmetri a valore efficace, medio e di cresta utilizzando elementi a caratteristiche non lineari - Esame dei circuiti e delle caratteristiche: portata, impedenza d'ingresso, comportamento in funzione della frequenza o della temperatura - Esame dettagliato dello schema completo di un voltmetro commerciale di cresta - Voltmetri a valore efficace a termocoppie - Analizzatori d'onda - Distorsimetri - Metodi di misura mediante confronto - Cenni sulle misure di campo elettromagnetico.

Misure di correnti alternate mediante termocoppie, e misure riportate a misure di tensioni alternate - Misure di correnti continue e alternate senza interruzione del circuito: pinze.

Misure di rumore: generatori di rumore e misure della cifra di rumore di un quadripolo.

Misure di potenza assorbita - Misuratore di potenza d'uscita per bassa frequenza - Metodi bolometrici per alte frequenze: bolometri, montaggi bolometrici, diversi tipi di circuiti di misura - Misure di potenza di transito, uso di elementi non lineari e di termocoppie.

Campioni di elementi di circuito per radiofrequenze - Metodi di misura di componenti reattive di elementi di circuito, utilizzando circuiti oscillatori a costanti concentrate: metodi di sostituzione, metodi mediante misura di variazione di frequenza - Metodi di misura di componenti reali di elementi di circuito utilizzando circuiti oscillatori a costanti concentrate, metodi di sostituzione, a variazione di frequenza, a variazione di capacità, metodi di confronto - Misuratori di fattore di qualità - Ponti a radiofrequenza per misure dell'impedenza di elementi di circuito: ponti differenziali, ponte di Schering, ponte doppio a T, ponti comparatori.

Misure d'impedenza con dispositivi utilizzando circuiti a parametri distribuiti. Linea a fessura: teoria di funzionamento ad uso pratico per la determinazione del

rapporto di onde stazionarie e dell'impedenza - Ponte di Byrne, comparatore d'ammettanza, misuratore di funzioni di trasferimento - Dispositivi utilizzanti accoppiatori direzionali, tracciatori automatici d'impedenza - Uso degli accoppiatori direzionali per misura di potenza progressiva e riflessa.

Misure su linee telefoniche: di equivalente, d'impedenza caratteristica, di attenuazione e di diafonia, di riflessione - Misure su linee per radiofrequenza: impedenza caratteristica, riportata a misure di capacità e di velocità di propagazione, di attenuazione con metodi di confronto.

TECNICA DELLE IPERFREQUENZE

(Prof. GIACINTO ZITO)

Generalità sulle microonde - Richiami sulle equazioni di Maxwell in coordinate rettangolari e cilindriche, per sistemi uniformi - Modi di propagazione - Equazione d'onda.

Eccitazione delle guide d'onda e sistemi di accoppiamento - Possibilità di applicazione alle guide d'onda della teoria elementare delle linee di trasmissione.

Propagazione di onde al di sotto della frequenza di taglio - Attenuatori - Guide d'onda dielettriche - Onde in un unico conduttore cilindrico - Linee di trasmissione radiali - Guide d'onda a giogo (ridged) - Elica cilindrica - Linee a striscia - Cavità risonanti, campo elettromagnetico, coefficiente di merito e modi di ordine superiore nelle cavità rettangolari e cilindriche - Eccitazione delle cavità.

Circuiti a microonde - Circuito equivalente di una struttura a due terminali - Determinazione dei parametri del circuito equivalente di una struttura in guida d'onda, mediante misure - Circuiti equivalenti di cavità risonanti - Circuiti equivalenti di discontinuità nella guida d'onda.

Elementi e componenti in guida d'onda: giunzioni, « stubs », iridi, trasformatori, filtri, variatori di fase, circuiti ibridi, ponti, accoppiatori direzionali, convertitori di modi, filtri di modo, terminazioni e attenuatori.

Tubi per microonde - Limitazioni nei tubi e nei circuiti convenzionali alle iperfrequenze - Scambi energetici tra campi elettromagnetici e cariche in movimento - Correnti di influenza.

Triodi a elettrodi piani - Il klystron amplificatore ed oscillatore - Il klystron reflex - Il magnetron a cavità risonanti - Diagramma di Rieke.

Tubi ad onde viaggianti - Il carcinotron « O » - Acceleratori lineari.

Raddrizzatori a cristallo per guida d'onda - Modulatori, demodulatori e convertitori - Capacità non lineari - Moltiplicatori di frequenza - Amplificatori parametrici.

Le ferriti nella tecnica delle microonde - Componenti non reciproci - Guide unidirezionali - Il giratore.

A scelta:

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

CALCOLATRICI E LOGICA DEI CIRCUITI

(Prof. GIUSEPPE REVIGLIO)

Parte prima. - Generalità; logica.

Calcolatori elettronici: principi di funzionamento.

Sistemi di numerazione: codici binario e decimale; sistemi decimali codificati; sistemi autocorrettori.

Algebra Booleana: postulati e teoremi.

Circuiti serie-parallelo: analisi e sintesi - Tavole di combinazione - Circuiti fondamentali (or, and, not, nor).

Semplificazioni e minimizzazioni: algebriche, con mappe di Karnaugh, col metodo di Quine.

Circuiti multiterminali: analisi; sintesi di circuiti a stella o a tri-quadrilatero.

Circuiti sequenziali: analisi - Sintesi: tavola di flusso, poligono di fusione, assegnazione delle variabili secondarie, eliminazione dei rischi.

Parte seconda. - Costituzione dei calcolatori.

Circuiti logici: a diodi, a diodi-tunnel, a tubi, a transistor, a nuclei magnetici a 1 o più aperture, ad amplificatori magnetici e parametrici, a dispositivi crioscopici.

Organi di memoria: a nuclei magnetici, a Transfluxor e a pellicola magnetica - A nastri magnetici - A tamburi, dischi, schede e striscie magnetiche - A linee di ritardo.

Circuiti di selezione nel tempo e nello spazio - Circuiti cadenzatori.

Organi di ingresso uscita: tipi e relativi buffer.

Organi di calcolo:

Circuiti scalatori: a flip-flop e a nuclei.

Convertitori serie-parallelo e viceversa.

Contatori in base 2 e 10.

Sommatori a coincidenza: a 2 e 3 ingressi; sottrattori e sommatore algebrici in serie.

Sommatori binari in parallelo.

Sommatori decimali codificati.

Comparatori.

Organi di comando e controllo: programma di calcolo e istruzioni - Tipi fondamentali di istruzioni e loro esecuzione.

Controllo delle operazioni.

Parte terza. - Programmazione dei calcolatori.

Elaborazioni tecnico-scientifiche ed amministrative: caratteristiche.

Studio e analisi del problema: stesura del flow-chart.

Programmazione in linguaggio di macchina o simbolico - Assemblatori - Interpretativi.

Sistemi compilativi: i linguaggi FORTRAN, ALGOL e COBOL - Subroutines; librerie di programmi.

La multiprogrammazione e la multielaborazione: sistemi di operazione di un elaboratore e loro costituzione.

La messa a punto dei programmi - Routines di servizio.

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA ELETTROTECNICA

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA - I

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

MATERIALI PER L'ELETTROTECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

COMPLEMENTI DI MATEMATICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo avessero già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico).

IV ANNO

IDRAULICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

MISURE ELETTRICHE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

MACCHINE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

ELETTRONICA APPLICATA

(Prof. DOMENICO BIEY)

Richiami sulle reti lineari passive a parametri concentrati - Funzioni di rete nel piano della pulsazione complessa « p » - Zeri e poli.

Transitorio e condizioni di regime in una rete passiva per eccitazione sinusoidale - Richiamo del metodo dei nodi e sua applicazione alla analisi delle reti - Reti lineari attive, generatore di tensione o di corrente dipendente, estensione a dette reti del teorema di Thevenin; impedenza d'entrata ed impedenza d'uscita - Cenni sulla normalizzazione di una funzione di reti e suo studio grafico, diagrammi elementari di modulo ed argomento associati a zeri e poli - Il trasformatore ed alcuni suoi circuiti equivalenti - Richiami sui doppi bipoli, concetto di impedenza immagine ed impedenza caratteristica - Accoppiamento diretto tra generatore e carico, adattamento energetico.

Adattamento energetico su larga banda con trasformatore - Adattamento energetico con doppi bipoli reattivi - Doppi bipoli resistivi usati come attenuatori - Circuito risonante serie e circuito risonante parallelo, curve di risonanza normalizzate - Circuiti risonanti accoppiati per mutua induzione.

Fenomeni fisici nei tubi elettronici. - Il tubo elettronico come elemento circuitale - L'amplificatore come elemento circuitale, sue funzioni di trasferimento - Amplificatori compensati - Distorsione di frequenza e di fase - Relazione tra risposta sinusoidale e risposta all'onda quadra.

Accoppiamento di amplificatori a resistenza e capacità - Amplificatori di potenza per basse frequenze - Considerazioni sul circuito di carico e sulla potenza trasferita - Ricerca grafica del carico ottimo - Distorsione di non linearità - Amplificatori controfase - Amplificatori con reazione - Stabilità negli amplificatori con reazione e cenni sui metodi seguiti per conseguirla - Amplificatori per tensioni continue, cenni sugli amplificatori operazionali.

Il tubo elettronico usato come componente di circuiti generatori di forme d'onda: generatori di tensioni sinusoidali, quadre e triangolari.

Amplificatori selettivi in classe C e loro applicazioni industriali.

Circuiti raddrizzatori - Filtri - Regolatori di tensione.

Transistori, cellule fotoelettriche e loro applicazioni industriali.

Circuiti raddrizzatori per grandi potenze e controllo della potenza raddrizzata.

ELETTROTECNICA - II

(Prof. ANTONIO CARRER)

Correnti alternate.

Sistema polifase simmetrico - Sistema polifase dissimetrico - Applicazioni del procedimento di Fortescue - Campi rotanti.

Linee a regime.

Definizioni - Linea bifilare omogenea, a regime, a corrente costante - Linea di lunghezza infinita - Linea di lunghezza finita - Linea aperta - Linea chiusa in corto circuito - Linea bifilare omogenea, a regime, a corrente alternata sinusoidale - Diagramma di Perryne e Baunn - Onde migranti - Onde stazionarie - Risonanza - Antirisonanza.

Transitori - Parametri distribuiti.

Propagazione di onde elettromagnetiche guidate - Riflessione - Alimentazione con tensione costante di una linea di lunghezza finita, chiusa su impedenze di valore vario - Riflessione e rifrazione in un punto di discontinuità di una linea senza e con inclusi parametri concentrati - Separazione in due tratti da una linea sotto carico - Apertura di un corto circuito di una linea sotto carico - Considerazioni energetiche.

Campo di corrente statico.

Richiami sulle definizioni e legge - Sorgente puntiforme - Più sorgenti puntiformi - Sorgente lineare finita - Sorgente lineare indefinita - Discontinuità del mezzo.

Campo elettrostatico.

Richiami su definizioni e leggi - Discontinuità del mezzo - Condensatori - Relazioni fra resistenza e capacità in campi di configurazioni geometriche eguali - Carica puntiforme - Più cariche puntiformi - Cariche puntiformi e carica su sfera - Dipolo di cariche - Sfera conduttrice scarica, oppure carica, in campo originariamente uniforme - Spinterometro a sfere - Carica lineare finita - Carica lineare indefinita - Profili di raccordo particolare - Due cariche lineari, parallele, indefinite, di segni eguali, oppure opposti e relative deduzioni - Dipolo di linee - Corda di terra - Sistemi di più conduttori - Capacità parziali - Capacità di esercizio.

Campo magnetostatico.

Richiami su definizioni e leggi - F. e. m. di induzione - Legge della circuitazione - Materiali magnetici - Caratteristiche di magnetizzazione - Discontinuità del mezzo - Calcolo di elettromagneti - Calcolo di magneti permanenti - Corrente rettilinea indefinita - Più correnti rettilinee indefinite, parallele - Coefficienti di autoinduzione e di mutua induzione - Particolari - Potenziale vettore - Formula di Ampère e calcolo di flusso - Campi particolari in mezzi diversi.

Tensioni, forze ed energia nei campi elettrostatici e magnetostatici.

Forze, tensioni e pressioni specifiche nel campo elettrostatico - Forze specifiche sulle superfici limiti - Energia e forze nel campo elettrostatico - Energia nel campo elettromagnetico - Autoinduzione - Mutua induzione - Forze meccaniche nel campo magnetostatico.

Tracciamento dei campi.

Generalità - Divergenza ed equazioni del potenziale - Campo unidimensionale - Campo bidimensionale - Trasformazione conforme - Procedimento indiretto - Procedimento diretto con la trasformazione di Schwarz-Christoffel - Procedimento grafico di Lehmann - Procedimento basato sul principio delle immagini - Procedimento della vasca elettrolitica.

Campo variabile rapidamente.

Equazioni di Maxwell - Discontinuità del mezzo - Onde elettromagnetiche piane - Densità di irradiazione dell'energia elettromagnetica.

Correnti parassite - Isteresi - Perdite nei materiali magnetici e dielettrici.

Correnti parassite in un conduttore cilindrico indefinito, in un conduttore indefinito limitato da un piano, in un fascio di conduttori inclusi in una scanalatura - Estinzione di un flusso in un nucleo di sezione retta rettangolare - Correnti parassite in una lamiera molto sottile e in un cubetto (Trattazione elementare) - Lamiera schermo - Isteresi - Separazione delle perdite - Perdite di conduzione nei materiali dielettrici - Condensatore reale - Perdite nei materiali dielettrici per ionizzazione.

Curve luogo.

Generalità - Retta luogo - Ordine di una curva luogo - Cerchio luogo.

Onde di tensione ad impulso.

Definizioni - Misura di tensione con lo spinterometro a sfere - Rapporto di impulso - Probabilità di scarica - Oscillografo a raggi catodici - Tubo di scarica - Blocco elettrico - Concentrazione - Lente elettrica - Lente magnetica - Deviazione - Sensibilità - Divisori di tensione - Modello di rete - Asse dei tempi - Generatore di impulsi di tensione - Generatore di impulsi di corrente - Generatore combinato - Calcolo dei generatori di impulsi di tensione - Azioni meccaniche dovute a scariche atmosferiche - Propagazione di onde di tensione indotte da scariche elettriche atmosferiche.

Il corso è integrato, con esercitazioni di calcolo sui vari argomenti svolti, con proiezioni e con visite a industrie elettromeccaniche e ad impianti elettrici.

COSTRUZIONI DI MACCHINE E TECNOLOGIE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

IMPIANTI ELETTRICI - I

(Prof. BASSANO COLOMBO)

Definizioni e norme.

Impianti e sistemi elettrici.

Tensione nominale, tensione massima, categorie dei sistemi elettrici.

Stato del neutro dei sistemi elettrici trifasi a tre e a quattro fili.

Tensione massima di riferimento per l'isolamento degli elementi.

Tensione nominale verso terra.

Tensione di contatto, tensione di passo.

Impianti di messa a terra.

Campo elettrico di una corrente dispersa a terra.

Resistenza di un impianto di terra.

Punti a potenziale nullo.

Tensione totale di terra.

Formule per la determinazione della resistenza di terra di alcuni elettrodi elementari.

Resistenza degli elettrodi impiegati negli impianti di terra.

Dimensionamento di un impianto di terra per officine elettriche.

Ripartizione delle correnti disperse a terra tra i vari elementi di un impianto di terra, rete di terra, funi di guardia nelle linee aeree, guaine dei cavi.

Dimensionamento degli impianti di terra per impianti ricevitori.

Protezione contro i contatti diretti, contro le tensioni di contatto, protezione sui lavori.

Verifica degli impianti di terra.

Misura della resistenza di un impianto.

Verifica dell'indipendenza di due impianti di terra.

Misura delle tensioni di contatto e di passo.

Metodi di verifica delle condizioni di funzionamento di un impianto elettrico.

Principio delle similitudini.

Grandezze e parametri unitari e percentuali.

Circuiti equivalenti.

Applicazioni delle cadute di tensione e variazioni delle potenze attive e reattive negli impianti di distribuzione ad alta, media e bassa tensione con diversi diagrammi di carico concentrati o distribuiti lungo linee radiali e ad anello.

Distribuzione dell'energia a media e bassa tensione.

Grandezze e fattori caratteristici dei carichi: carico, carico massimo, fattore di diversità, fattore di simultaneità, fattore di carico, fattore di utilizzazione, fattore di perdite, legge probabilistica dell'incremento periodico dei carichi.

Categorie dei sistemi di distribuzione.

Dimensionamento delle elettrocondutture in linee aeree ed in cavo.

Portate in servizio continuativo.

Correnti di breve durata.

Correnti di corto circuito.

Stazioni secondarie.

Schemi elettrici, piante, sezioni tipiche, apparecchiature di manovra, protezione, controllo e misura, servizi ausiliari.

Cabine di distribuzione.

Rifasamento degli impianti utilizzatori.

Configurazioni delle reti di distribuzione a media tensione e bassa tensione, raggio d'azione della media tensione e della bassa tensione.

Stazioni primarie e ricevitrice.

Schemi, piante e sezioni tipiche.

Apparecchiatura di manovra, protezione, controllo e misura, servizi ausiliari.

Configurazione delle reti di distribuzione ad alta tensione.

Schemi funzionali.

Criteri generali per la preparazione degli schemi funzionali e degli schemi normali.

Schemi funzionali dell'apparecchiatura di manovra e protezione degli impianti.

Funzionamento degli impianti elettrici.

Condizioni normali e anormali a causa di sovraccarichi e di sovratensioni di origine interna ed esterna.

Definizioni delle correnti di corto circuito presunto, delle tensioni di ritorno proprie dei circuiti, frequenze di oscillazione e fattore di ampiezza.

Calcolo delle correnti di corto circuito in impianti con reattanza statica prevalente conseguenti a guasti trifasi, trifasi isolati o no da terra.

Andamenti caratteristici delle tensioni di ritorno negli impianti di distribuzione.

Apparecchi di manovra e protezioni.

Relé.

Criteri generali di protezione degli impianti elettrici, classificazioni dei principali tipi di relé, caratteristiche costruttive.

Protezioni dei trasformatori.

Protezioni delle reti di distribuzione.
Trasformatori di tensione e di corrente.

Sezionatori.

Classificazione dei principali tipi, particolarità costruttive, grandezze nominali e prescrizioni relative.

Fusibili.

Classificazioni dei principali tipi, particolarità costruttive; grandezze nominali e prescrizioni relative.

Interruttori.

Classificazione dei principali tipi, particolarità costruttive; grandezze nominali e prescrizioni relative.

V ANNO

MACCHINE ELETTRICHE

(Prof. ANTONIO CARRER)

Parte Prima - Trasformatori.

Calcolo magnetico e correnti magnetizzanti.

Trasformatori: monofase, trifase simmetrico, trifase asimmetrico, a cinque colonne, trifase a mantello - Circuito primario, se trifase, collegato a triangolo oppure a stella con neutro, ovvero a stella senza neutro senza che esistano altri avvolgimenti collegati a triangolo, oppure a stella senza neutro, ma con un avvolgimento terziario collegato a triangolo.

Flussi principali, flussi dispersi e circuito equivalente.

Loro caratterizzazione - Circuito equivalente - Coefficienti di autoinduzione relativi ai flussi dispersi per avvolgimenti cilindrici e discoidali, calcolati con procedimento diretto ovvero utilizzando l'espressione dell'energia elettromagnetica immagazzinata - Reattanza primaria, secondaria e totale - Impedenze alle varie sequenze.

Sollecitazioni elettrodinamiche.

Loro calcolo, basato sulla derivata dell'energia elettromagnetica, per avvolgimenti cilindrici e discoidali - Ripartizione della sollecitazione complessiva sui vari strati di conduttori.

Sovratensioni.

Studio della loro ripartizione, per sovratensione applicata di andamento alternato sinusoidale, allorchè si tiene conto delle sole capacità, e per sovratensione applicata ad onda di fronte rettangolare, allorchè si tiene conto delle capacità e delle induttanze - Onde stazionarie.

Perdite per isteresi e per correnti parassite.
Parziali e complessive.

Diagrammi vettoriali.

Diagrammi circolari di Kapp per intensità di corrente secondaria di intensità costante e circolare per angolo di fase costante.

Carichi squilibrati.

Funzionamento con carico prelevato da un solo avvolgimento di un trasformatore monofase a colonne, oppure da una sola fase, nei trasformatori trifasi simmetrico, asimmetrico, a mantello e a cinque colonne - Carico squilibrato di tipo qualsiasi - Avvolgimento terziario - Avvolgimento a zig-zag - Calcolo delle induttanze dovute ai flussi dispersi nell'avvolgimento a zig-zag.

Trasformatori particolari.

Autotrasformatori, trasformatori ausiliari elevatori e abbassatori di tensione, trasformatori di Scott.

Funzionamento in parallelo.

Gruppi di collegamento e funzionamento in parallelo di due o più trasformatori.

Parte Seconda - Macchine a induzione.

Campi magnetici rotanti.

Onde armoniche di f.m.m. rotanti ottenute con un sistema di correnti polifasi aventi, nell'induttore, ovvero nell'indotto numero di fasi, per paio di poli, intero o no.

Schemi di avvolgimento.

Monofasi, bifasi, trifasi di classi diverse.

Teoria semplificata della macchina a induzione.

Espressioni della f.m.m. di statore, di rotore e totale - Coefficiente di passo - Coefficiente di Blondel - Espressioni della f.m.m. in una fase - Flussi dispersi di auto e mutua induzione nelle scanalature, fra le teste dei denti e intorno ai collegamenti frontali di forme varie - Equazioni e circuito equivalente - Impedenze alle varie sequenze.

Calcolo magnetico e correnti magnetizzanti.

Induttore monofase - Determinazione del flusso induttore e della corrente magnetizzante - Cadute di f.m.m. nel traferro e fattore di Carter, nelle parti scanalate, nei gioghi - Induttore trifase - Determinazione del flusso induttore e delle correnti magnetizzanti per circuito induttore collegato a stella senza neutro ovvero a triangolo.

Perdite per isteresi e per correnti parassite.

Parziali e complessive nei gioghi, nei denti e addizionali.

Diagrammi vettoriali.

Di funzionamento e deduzione delle espressioni delle varie grandezze in funzione dello scorrimento - Diagramma circolare di Heyland-Osanna e rappresentazioni relative.

Avvolgimenti di indotto in corto circuito.

A gabbia di scoiattolo a una o più sbarre per fase e teorie relative, a sbarre profonde, a doppia gabbia e a gabbie multiple.

Effetti dei campi armonici di ordine superiore al primo.

F.e.m. di traferro - Momenti asincroni di ordine superiore al primo - Momenti sincroni - Scuotimenti.

Autoeccitazione della macchina a induzione.

A vuoto e a carico.

Macchine a induzioni speciali.

Monofase, in cascata, polifasi alimentate da una linea monofase e macchine a induzione polifase multiple.

Parte Terza - Macchine sincrone.

Reazione di indotto.

Nelle macchine sincrone polifase e monofase - F.m.m. di indotto in asse e in quadratura con l'asse dell'induttore.

Calcolo magnetico.

Cadute di f.m.m. nel traferro, nel polo induttore liscio, oppure a poli salienti, e nel giogo - Flussi dispersi fra i denti, nel traferro e intorno ai collegamenti frontali per induttori cilindrici e a poli salienti - Perdite addizionali - Caratteristiche magnetiche.

Teoria semplificata della macchina sincrona isotropa.

Funzionamento a vuoto - Diagrammi di Potier, circolare, di coppia, a V - Triangolo di Potier - Carico induttivo puro o capacitivo puro - Autoeccitazione - Impedenze alle varie sequenze.

Teoria semplificata della macchina sincrona anisotropa.

Funzionamento a vuoto - Diagrammi di Blondel, a lumaca di Pascal, di coppia - Carico capacitivo.

Funzionamento in corto circuito.

Corto circuito permanente simmetrico in una macchina sincrona trifase, in una fase di una macchina sincrona trifase, in una oppure due fasi di una macchina sincrona trifase con avvolgimento indotto collegato a stella, fra due morsetti di una macchina sincrona trifase con avvolgimento indotto collegato a triangolo - Corto circuito istantaneo nella macchina sincrona monofase - Oscillazioni di correnti libere - Corto circuito istantaneo simmetrico nella macchina sincrona polifase - Avvolgimenti smorzatori.

Oscillazioni pendolari delle macchine sincrone.

Pendolazioni naturali, dovute a oscillazioni della coppia, ovvero della frequenza di rete - Pendolazioni di due o più macchine sincrone collegate in parallelo - Pendolazioni auto adescate - Calcolo degli avvolgimenti smorzatori.

Macchina sincrona monofase.

Macchina monofase senza e con avvolgimento smorzatore - Caratteristiche costruttive dell'indotto e dell'induttore.

Parte Quarta - Macchine a corrente continua.

Avvolgimenti di indotto.

Avvolgimenti embricati - Collegamenti equipotenziali - Caratteristiche costruttive.

Calcolo magnetico.

Caratteristica magnetica a vuoto - Flussi dispersi - Reazione di indotto - Caratteristica magnetica a carico - Avvolgimenti ausiliari e di compensazione - Caratteristiche costruttive inerenti al circuito magnetico.

Commutazione.

Commutazione per resistenza - F.e.m. che intervengono nella commutazione - Caduta di tensione al condotto spazzole collettore - Commutazione lineare con avvolgimenti embricati ed ondulati, semplici e multipli - Zona di commutazione - F.m.m. ausiliarie e di compensazione e relative f.e.m. indotte - Correnti addizionali di corto circuito - Circuito magnetico dei poli ausiliari - Saturazione dei gioghi - Commutazioni mediamente lineare e a frazioni lineari secondo Dreyfus.

Caratteristiche di funzionamento della macchina a corrente continua.

Con eccitazione indipendente, in derivazione, in serie, mista - Macchine che producono corrente costante.

Oscillazioni nelle macchine a corrente continua.

Pendolazioni di motori - Oscillazioni di un generatore eccitato in derivazione, e di un generatore eccitato in serie incluso in un circuito contenente capacità e induttanza - Azione da condensatore per correnti forti.

Il corso è integrato, con esercitazioni di calcolo, disegno e prove in laboratorio dei tipi di macchine elettriche fondamentali, con proiezioni e con visite a industrie elettromeccaniche e ad impianti elettrici.

COMUNICAZIONI ELETTRICHE

(Prof. GIOVANNI TAMBURELLI)

1) *Principi di teoria delle comunicazioni.*

Costituzione di principio di un sistema di comunicazioni.

a) Teoria dell'informazione.

Sorgenti di informazione discrete e continue - Misura dell'informazione, unità di misura, entropia - Entropia condizionata - Definizione di ridondanza - Ridondanza della lingua italiana.

Canali discreti e continui.

Nozioni di statistica.

Capacità di un canale discreto - Capacità di un canale discreto rumoroso, equivocazione.

Canale binario rumoroso.

Codificazione - Definizione di efficienza della codificazione - Teorema di Shannon sulla codificazione nei due casi di canale discreto rumoroso e non rumoroso.

Codici autorivelatori e autocorrettori - Principali tipi usati.

Entropia di un segnale continuo.

Capacità di un canale continuo - Legge di Hartley - Legge di Hartley generalizzata - Possibilità di aumentare il rapporto segnale disturbo estendendo la banda di frequenza trasmessa.

b) Analisi dei segnali elettrici di informazione.

Richiami sugli spettri di ampiezza e di fase - Spettro di potenza per un segnale periodico; teorema di Parseval - Densità spettrale di energia di un segnale aperiodico di durata limitata; teorema di Plancherel.

Definizione di densità spettrale di potenza per un segnale casuale di durata illimitata.

Definizione della funzione di autocorrelazione - Proprietà delle funzioni di autocorrelazione - Funzione di correlazione incrociata - Teorema di Wiener-Kintchine.

c) Teoria generale della trasmissione dei segnali.

Unità di trasmissione (neper, decibel).

Livelli assoluti e relativi di trasmissione - Funzione di trasferimento.

Canale ideale - Trasmissione degli impulsi binari attraverso il canale ideale - Velocità limite di Nyquist.

Risposta del canale ideale alla funzione impulsiva unitaria, alla funzione gradino unitaria ed agli impulsi rettangolari.

Larghezze di banda praticamente usate per la trasmissione degli impulsi binari. Canale con taglio graduale - Scomposizione della caratteristica di ampiezza in caratteristiche parziali - Influenza della gradualità del taglio.

Distorsioni di ampiezza e di frequenza.

Influenza della riduzione della banda trasmessa e della distorsione di ampiezza sulla trasmissione dei segnali telefonici e televisivi.

Bande di frequenza praticamente usate per i segnali telefonici e televisivi - Tolleranze del CCITT per la distorsione di ampiezza dei canali telefonici, radiofonici e televisivi.

Distorsione di fase - Definizione di velocità di gruppo - Calcolo del tempo di propagazione di gruppo di un quadripolo dalla sua curva di fase in funzione della frequenza - Definizione di indice di distorsione di fase - Influenza della distorsione di fase sulle trasmissioni telegrafiche, telefoniche, radiofoniche e televisive - Tolleranze del CCITT.

Distorsione di non linearità - Definizione di distorsione armonica.

Rumore di intermodulazione - Rumore di sovraccarico - Cenno sulle norme del CCITT e del CCIR.

Influenza del canale sulle proprietà statistiche del segnale - Calcolo delle densità di potenza all'uscita di un canale lineare - Calcolo della densità di probabilità di valori istantanei all'uscita di un canale non lineare.

Varie cause di rumore in un canale - Rumori termico e granulare - Fattore di rumore di un canale - Resistenza equivalente, temperatura di rumore.

Ripartizione ottima tra i rumori termico e di intermodulazione per un canale avente un determinato guadagno.

Influenza del rumore sulla trasmissione degli impulsi binari.

Problema di Wiener - Cenni sull'ottimizzazione dei filtri partendo dalle curve di densità spettrale di potenza.

Diafonia intelligibile e inintelligibile - Definizione di attenuazione di diafonia intrinseca - Definizioni di attenuazione e di scarto di diafonia - Limiti del CCITT e del CCIR per il rumore e la diafonia.

d) Caratteristiche generali dei circuiti di comunicazione.

Classificazione dei quadripoli usati nelle Comunicazioni Elettriche.

Parametri immagini di un quadripolo - Formula di Breisig.

Definizioni di attenuazioni composta, di inserzione e di equivalente.

Effetti di disadattamento di impedenza, calcolo della perdita di riflessione.

Calcolo dell'attenuazione composta.

Studio della stabilità di un quadripolo attivo mediante l'espressione dell'attenuazione composta.

Stabilità di una catena di quadripoli.

Criteri di stabilità di un bipolo attivo.

Relazioni fra l'attenuazione e la costante di fase di un quadripolo.
Filtri elettrici passivi - Filtri a scala, K costante e m derivato - Filtri a tra-
lancio - Cenni sulla progettazione dei filtri per sintesi; approssimazione di Cebicev.

2) *Trasduttori.*

a) *Elettroacustici.*

Legge di Weber-Fletcher - Audiogramma normale.

Microfoni a velocità ed a pressione - Microfoni direzionali - Microfoni a car-
bone e a nastro; cenni sui microfoni a condensatore, elettrodinamico, piezoelettrico.

Altoparlante elettrodinamico - Ricevitore telefonico - Cenni sui registratori
magnetici.

b) *Elettroottici.*

Cenni di ottica elettronica - Tubi da ripresa per televisione, orthicon imma-
gine - Caratteristiche del segnale televisivo - Cinescopi.

3) *Modulazione.*

a) *Modulazione di ampiezza.*

Bande laterali - Vari tipi di trasmissione mediante la modulazione di ampiezza -
Modulatori prodotto e quadratici - Modulatore ad anello - Demodulatore a diodo -
Mescolatori e convertitori a tubo elettronico, a raddrizzatore ed a varactor.

b) *Modulazione di frequenza e di fase.*

Indice di modulazione - Spettro di un'onda modulata in fase o in frequenza -
Lunghezza di banda di un'onda modulata in frequenza - Modulatore di fase tipo
Armstrong - Tubo di reattanza - Discriminatore a circuiti accordati lateralmente.

Rapporto segnale-disturbo in modulazione di frequenza - Modulazione di fre-
quenza mediante klystron.

c) *Modulazione di impulsi.*

Campionatura - Frequenza minima di campionatura - Modulazioni di ampiezza,
larghezza e posizione - Rapporti segnale-disturbo conseguibile.

d) *Modulazione a codice.*

Quantizzazione e rumore di quantizzazione - Caratteristiche principali della
modulazione a codice - Codificatori e decodificatori, schemi di principio.

e) *Modulazione telegrafica.*

Distorsione telegrafica - Modulatori telegrafici - Lettori e perforatori.

4) *Linee per telecomunicazioni.*

a) *Linee bifilari.*

Circuiti reali, virtuali, supervirtuali.

Linee in cavo telefonico non pupinizzato alle basse frequenze ed alle alte fre-
quenze.

Linee pupinizzate - Proprietà di una linea pupinizzata deducibili dall'assimila-
zione ad un filtro passa basso - Vantaggi e svantaggi dei circuiti pupinizzati - Sim-
bologia delle pupinizzazioni.

Linee aeree.

Cavo coassiale, formule per calcolo dell'attenuazione della costante di fase e
dell'impedenza caratteristica - Rapporto dei raggi che rende l'attenuazione minima -
Cavo coassiale normalizzato per la rete nazionale.

b) Linee unifilari.

Guide d'onda - Modi di propagazione - Propagazione in una guida d'onda rettangolare - Velocità di gruppo e di fase - Andamento qualitativo della curva di attenuazione in funzione della frequenza - Modi di accoppiamento tra una guida d'onda ed un cavo coassiale - Cenni sui filtri per microonde - Cenni sugli accoppiatori direzionali, isolatori e circolatori.

c) Collegamenti radio.

Campo creato da un dipolo - Resistenza di irradiazione - Vari tipi di antenna; cortine di antenne, antenne a parabola, a tromba, Cassegrain; cenni sulle antenne a lente ed a fessura - Specchi elettromagnetici - Guadagno e diagramma di irradiazione di un'antenna - Definizione di superficie equivalente.

Cenni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche lungo la superficie terrestre e nella ionosfera, condotti. Teoria dell'indice di rifrazione modificato - Cavo hertziano e sue caratteristiche di attenuazione e di rumore - Ellissi di Fresnel.

d) Amplificatori.

Amplificatori tipo 22. Bobina ibrida. Massimo guadagno conseguibile nelle posizioni terminale ed intermedia.

Amplificatori con impedenza negativa - Guadagno di inserzione - Costituzioni di principio degli amplificatori tipo serie e tipo parallelo - Convertitori di impedenza - Amplificatori a quadripolo - Criteri di stabilità dei bipoli attivi uscenti sulle linee di trasmissione - Massimi guadagni praticamente conseguibili mediante gli amplificatori con impedenza negativa.

Amplificatori per canali in alta frequenza in cavo e su linea aerea - Requisiti di linearità - Il compandor.

Cenni sugli amplificatori ad onda progressiva, parametrici, a diodi tunnel, maser - Schemi di principio degli amplificatori per segnali PCM.

5) Sistemi di comunicazione.

a) Sistemi di trasmissione.

Multiplo a trasposizione di frequenza fino a 960 canali telefonici.

Sistemi a 12 canali su cavo e su linea aerea - Sistemi su cavo coassiale.

Sistemi ad onde convogliate - Condensatore d'accoppiamento, gruppi di accoppiamenti - Bobine di sbarramento e di drenaggio.

Ponti radio telefonici, a modulazione di frequenza - Collegamenti televisivi in cavo coassiale ed in ponti radio.

Telegrafia armonica a modulazione di ampiezza e di frequenza - Telescriventi.

Trasmissione dati; caratteristiche generali.

Cenni sulla trasmissione di fac simile.

Calcolo delle tensioni indotte da una linea a corrente industriale su una linea di telecomunicazioni - Casi particolari di linee industriali con fase a terra e di chiusura non simultanea delle tre fasi - Sovratensioni indotte sulle linee di telecomunicazione di guasti delle linee ad alta tensione - Fattore telefonico di forma.

Sistemi di trasmissione per telecomandi e telemisure.

b) Sistemi di commutazione.

Cenni sulla telefonia a batteria locale ed a batteria centrale - Costituzione di principio degli apparecchi telefonici a batteria locale e centrale.

Centrali telefoniche a comando diretto ed indiretto - Preselettori, selettori e connettori di linea - Costituzione di principio di una centrale a comando diretto di 10.000 numeri - Costituzione di principio delle reti telefoniche urbane ed interurbane - Cenni sul traffico telefonico - Unità di misura.

Cenni sulla rete telex.

COSTRUZIONI IDRAULICHE

(Prof. GIANNANTONIO PEZZOLI)

1. Generalità sulle derivazioni industriali e le utilizzazioni idroelettriche - Premesse e schemi fondamentali - Relazione fra potenza disponibile e richiesta - Il problema della regolazione.

2. I regimi fluviali e la regolazione dei deflussi - Le precipitazioni - I regimi fluviali - Lo studio dell'effetto regolatore degli invasi e della legge di erogazione.

3. Le dighe di ritenuta - Generalità e classificazioni - Le dighe a gravità massicce - Le dighe a gravità alleggerite - Le dighe a volta - Dighe con pareti di ritenuta a volte o solette sostenute da contrafforti (dighe a speroni) - I provvedimenti costruttivi e le opere complementari nelle dighe in muratura - Le dighe in materiali sciolti.

4. I manufatti per il funzionamento di un lago artificiale - Le opere di presa - Scaricatori di superficie - Scaricatori di fondo.

5. Derivazioni senza regolazione dei deflussi. Studio idrologico dell'utilizzazione - Premesse generali - Cenni sulle indagini statistiche - Le curve caratteristiche di distribuzione delle portate e il loro impiego - La rappresentazione analitica delle curve caratteristiche - Le curve di esaurimento.

6. Le traverse di derivazione fisse e mobili - Le traverse di derivazione del tipo fisso - I diversi tipi di paratoie (dighe mobili) - Le paratoie piane - Le paratoie cilindriche - Le paratoie a settore - Le paratoie a ventola - Le paratoie a tetto - Le paratoie di tipo misto - Altri tipi di paratoie mobili - Le panconature.

7. Le opere di derivazione dai corsi d'acqua naturali - Premesse generali e organi costitutivi - I bacini di calma - I dispositivi speciali di chiarificazione - Gli sghiaiatori e gli sfioratori.

8. I piani regolatori delle utilizzazioni - Le curve caratteristiche delle utilizzazioni.

9. Le opere d'adduzione a monte delle condotte forzate - Generalità - Gli schemi fondamentali d'adduzione - I canali a pelo libero - I bacini di accumulazione e le vasche di carico - Le vasche d'oscillazione - Il calcolo delle vasche d'oscillazione.

10. Le condotte forzate - I diversi tipi di condotte forzate - Le opere d'arte correnti e i pezzi speciali delle condotte forzate - Gli organi d'intercettazione e i dispositivi di sicurezza - I calcoli di proporzionamento delle condotte forzate.

11. Le caratteristiche funzionali e i problemi d'esercizio delle macchine idrauliche - Generalità e cenni descrittivi delle turbine idrauliche - L'equazione fondamentale delle turbine idrauliche e sue conseguenze - La similitudine delle turbine - Numero di giri caratteristico - Le curve caratteristiche di funzionamento delle turbine idrauliche - Cenni sulle pompe centrifughe.

12. I problemi costruttivi delle centrali elettriche - Criteri generali per l'impostazione di un progetto di una centrale - I problemi d'installazione del macchinario - Postazione delle macchine e altezza d'aspirazione - Gli schemi delle centrali e degli impianti.

13. I problemi d'esercizio delle centrali idroelettriche - I programmi di utilizzazione degli impianti - Le regolazioni automatiche dei gruppi idroelettrici - I problemi di regolazione di pressione e di velocità di fuga dei gruppi.

IMPIANTI ELETTRICI - II

(Prof. GIUSEPPE QUILICO)

1) *Parametri fondamentali delle linee aeree.*

Resistenza elettrica - Induttanze apparenti e di servizio con terna semplice o doppia - Induttanza e resistenza omopolare - Distribuzione della corrente nel terreno - Effetto delle corde di guardia - Capacità parziali - Capacità di servizio - Capacità apparenti - Effetto delle corde di guardia - Gradiente elettrostatico - Generalità sul fenomeno corona - Gradiente critico e tensione critica - Disturbi radio-televisivi - Induttanze, capacità, gradienti e tensione critica con conduttori a fascio - Interferenze con linee di telecomunicazione.

2) *Calcolo meccanico delle linee aeree.*

Tipi di conduttori e relative caratteristiche - Sostegni - Prescrizioni ed ipotesi - Condizioni di equilibrio a livello e a dislivello - Cambiamento di stato - Tesatura - Effetto delle catene d'isolatori nelle campate brevi.

3) *Linee in cavo.*

Tipi e caratteristiche costruttive - Induttanza di servizio e induttanza omopolare - Capacità parziali e di servizio - Gradienti - Perdite nelle guaine dei cavi monofasi e mezzi per eliminarle.

4) *Condotti sbarre.*

Realizzazioni costruttive - Guaine isolate o percorse da corrente - Fattore di riduzione del campo magnetico esterno - Squilibrio delle tensioni.

Azioni elettrodinamiche - Frequenze di risonanza - Sollecitazioni meccaniche nel caso di correnti permanenti alternative.

5) *Riscaldamento.*

Sovratemperature in regime permanente - Sovratemperature in regime transitorio - Caso dei cicli ad intermittenza.

6) *Caratteristiche funzionali delle reti.*

Quadripolo equivalente - Approssimazioni - Equazioni e diagrammi circolari delle potenze attive e reattive - Perdite e rendimenti - Variazioni della tensione - Correnti di capacità - Potenziali verso terra - Bobina di Petersen.

7) *Applicazione dei componenti simmetrici.*

Generalità - Cenni sul caso generale dei sistemi fisicamente disimmetrici - Impedenze alle varie sequenze - Correnti e tensioni nei corti circuiti bifasi e monofasi di sistemi fisicamente simmetrici - Coefficiente di messa a terra - Grado di squilibrio.

8. *Caratteristiche funzionali delle macchine sincrone.*

Parametri caratterizzanti il comportamento in esercizio - Potenze attive e reattive a eccitazione costante e a flusso costante - Autoeccitazione con regolazione manuale e con regolazione automatica in controeccitazione - Sistemi di eccitazione - Amplificatori rotanti e amplificatori magnetici - Rapidità di risposta - Forzamenti - Terza armonica.

9) *Caratteristiche funzionali dei trasformatori.*

Parametri e schemi equivalenti caratterizzanti il comportamento in esercizio - Caso dei trasformatori a tre avvolgimenti - Autotrasformatori - Variazioni di tensione - Variatori sottocarico - Parallelo - Correnti di circolazione - Comportamento con carichi equilibrati - Terza armonica.

10) *Correnti di corto circuito negli impianti.*

Componenti alternative e unidirezionale - Corto circuito trifase, bifase e monofase in un punto di una rete - Schemi equivalenti - Analizzatori di rete - Azioni elettrodinamiche sui conduttori - Criteri rigorosi e semplificati per il calcolo delle sollecitazioni meccaniche sulle sbarre.

11) *Centrali elettriche.*

Generalità sui vari tipi di centrali - Costi fissi e costi proporzionali di produzione - Criteri di suddivisione della produzione fra i diversi tipi - Regolazione del carico a statismo permanente, transitorio o ad azione accelerotachimetrica - Ripartizione del carico attivo tra macchine e tra centrali - Centrali pilota - Regolazione frequenza-potenza - Ripartizione del carico reattivo tra le macchine - Compensazione di caduta.

12) *Regolazione della tensione e della potenza nelle reti elettriche.*

Ripartizione del carico attivo e reattivo fra linee in parallelo - Trasformatori serie in fase ed in quadratura - Compensazione mediante condensatori serie e reattori in derivazione - Effetto dei compensatori sincroni in regime statico ed in regime perturbato - Condensatori in derivazione - Rifasamento.

13) *Sovratensioni negli impianti.*

Sovratensioni a frequenza industriale - Sovratensioni atmosferiche - Effetti delle corde di guardia - Autoprotezione - Connessioni linea-cavo - Effetti di induttanze a capacità concentrate - Trasferimento attraverso i trasformatori - Protezione dei generatori - Sovratensioni di manovra - Apertura di circuiti capacitivi ed induttivi - Arco intermittente a terra - Comportamento dei dielettrici per sovratensioni di vario tipo - Caratteristiche degli scaricatori e degli spinterometri - Zona protetta - Coordinamento degli isolamenti - Onde impulsive - Generatore di Marx.

14) *Stabilità dei sistemi di trasmissione dell'energia.*

Stabilità statica - Caso del sistema macchina-linea-rette di grande potenza - Stabilità dinamica - Metodo dell'eguaglianza delle aree - Reattanza equivalente al guasto e reattanza di trasferimento - Tempo critico di eliminazione del guasto nella richiusura trifase e monofase.

A scelta:

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

A scelta:

APPLICAZIONI ELETTROMECCANICHE

(Prof. ANTONIO COFFANO)

I. - Prove sulle macchine elettriche.

Le prove in generale:

Prove di sovrariscaldamento. — Metodi con carico reale; con carico reattivo; a circolazione di energia - Le prove equivalenti - Le prove a durata ridotta - Valutazione delle costanti di tempo termiche.

Prove di isolamento e di rigidità.

Misure di grandezze non elettriche necessarie per le misure sulle macchine - Tachimetri e metodi stroboscopici - Freni - Misuratori di coppie - Dinamometri.

Metodi generali per la valutazione del rendimento. — Rendimento convenzionale e rendimento effettivo - Metodi diretti, semidiretti e indiretti - Metodi per la separazione delle perdite - Il metodo calorimetrico.

Le prove in particolare:

Le prove di isolamento, di rigidità e di rendimento sulle quattro macchine fondamentali: trasformatore, motore a induzione, macchina sincrona, macchina a corrente continua - Elaborazione dei dati di prova per ottenere le costanti tipiche di ciascuna macchina - Per il trasformatore: il rapporto di trasformazione, le variazioni di tensione ecc.; per il motore asincrono: lo scorrimento e il fattore di potenza; per la macchina sincrona: la reattanza di dispersione, il coefficiente di Potier, le reattanze transitorie e subtransitorie; per la macchina a corrente continua: la variazione di tensione se funzionante da generatore, la variazione di velocità se funzionante da motore, ecc.

II. - Schemi elettrici e protezioni.

Circuiti di potenza e di controllo nella « utilizzazione ». — Schemi topografici, di montaggio e funzionali con particolare riguardo a questi ultimi - Relè - Protezione dei motori.

Calcolo dei reostati di avviamento per motori a induzione e a corrente continua - Regolazione di velocità dei motori.

III. - Trazione elettrica ed altre applicazioni.

Trazione a corrente continua - Trazione a corrente alternata monofase - Cenno al sistema trifase limitatamente alla variazione di velocità per mezzo del collegamento in cascata di due motori.

Frenatura elettrica: di tipo reostatico, di tipo a ricupero parziale e a ricupero totale - Estensione alla frenatura negli apparecchi di sollevamento - Cenno al sistema Ward-Leonard.

Diagramma di percorso nella trazione elettrica con particolare riferimento alla sollecitazione termica dei motori - Funzionamento dei motori in regime di intermittenza.

IV. - Esercitazioni.

Il Corso è integrato con esercitazioni di laboratorio seguito dalla elaborazione in aula dei dati di prova:

Trasformatore dalla potenza di 600 kVA: determinazione del rendimento e delle variazioni di tensione in condizioni diverse di carico - Determinazione della tensione e del fattore di potenza di corto circuito.

Alternatore della potenza di 90 kVA - Prova di riscaldamento con carico reattivo - Determinazione, con metodo indiretto, del rendimento convenzionale, del cosiddetto coefficiente di Potier, della reattanza di dispersione.

Elaborazione degli oscillogrammi di corto circuito trifase di un alternatore di media potenza per ricavarne le reattanze transitorie e subtransitorie e le costanti di tempo dei circuiti.

Motore a induzione della potenza di 40 kW - Prova al freno: determinazione delle curve di corrente, fattore di potenza, scorrimento, rendimento, potenza assorbita in funzione della potenza uscente.

Ripetizione, sullo stesso motore, della prova di rendimento, scorrimento, ecc. col metodo indiretto (tracciamento del cerchio di Heyland) e confronto con i risultati della prova precedente.

Motore a corrente continua di piccola potenza - Prova diretta al freno Pa-squalini.

Macchina a corrente continua della potenza di 60 kW - Prova indiretta.

Esercitazioni sui circuiti - Viene distribuito all'allievo lo schema di montaggio del quadro di comando di un gruppo di macchine della sala macchine - L'allievo deve cercare in loco i singoli componenti, esaminarli e rendersi conto del loro funzionamento, quindi disegnare la tavola dello schema funzionale del quadro.

A scelta:

CONTROLLI AUTOMATICI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

A scelta:

CALCOLATRICI E LOGICA DEI CIRCUITI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Elettronica).

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

MECCANICA APPLICATA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

CHIMICA APPLICATA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

TECNOLOGIA MECCANICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

IV ANNO

DISEGNO MECCANICO

Gli studenti che non lo avessero già seguito sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico.

IDRAULICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

MACCHINE - I

(Prof. FEDERICO FILIPPI)

Parte I — Generalità sugli apparati motori a vapore.

Classificazione delle macchine a fluido in generale e delle motrici termiche in specie - Rendimenti; consumi specifici; caduta termica - Cicli ideali delle motrici a vapore: surriscaldamento semplice e ripetuto; condensazione; rigenerazione; cicli sovrapposti o sottoposti; semplici, binari, ternari.

Parte II — Turbine a vapore.

Classificazione geometrica e funzionale delle turbomacchine - Equazioni fondamentali per lo studio delle turbine: continuità, energia, quantità di moto - Studio degli ugelli fissi: ugello de Laval - Elemento semplice assiale ad azione: condizioni ideali di funzionamento e perdite - Elemento assiale ad azione a più salti di velocità - Turbine ad azione a salti di pressione - Elemento semplice assiale a reazione: condizioni ideali, perdite, fughe di vapore - Limitazioni alle lunghezze minima e massima delle palette, alla velocità periferica, alla caduta elementare - Turbine miste e turbine a flussi multipli - Metodi per lo studio preliminare della divisione della caduta totale tra i vari elementi della turbina - Turbine radiali, uni- e bi-rotative - Limitazioni dell'umidità massima ammissibile del vapore e mezzi per rispettarle - Regolazione delle turbine a vapore: parzializzazione, laminazione e loro effetti sul rendimento - Regolazione di sicurezza - Impianti a ricupero totale e parziale - Turbine a estrazione, ad alimentazione a pressioni varie, ad accumulazione.

Problemi delle turbine marine - Particolari costruttivi delle turbine a vapore.

Parte III — Motrici alternative a vapore.

Definizioni e classificazioni relative alle motrici a stantuffo in generale ed alle motrici a vapore in particolare - Ciclo di lavoro della motrice a vapore; perdite di rendimento - Mezzi per ridurre le condensazioni sulle pareti - Motrici ad espansione multipla - Distribuzioni a cassetto e meccanismi di comando del cassetto - Distribuzioni a valvole - Regolazione delle motrici a vapore.

Parte IV — Condensatori di vapore.

Calcolo del calore da sottrarre - Condensatore a superficie; calcolazione della superficie di trasmissione - Condensatore a miscela e sistemazioni barometriche e ad eiettore - Impianti accessori dei condensatori: estrazione dell'aria, circolazione dell'acqua, eventuale refrigerazione dell'acqua.

Parte V — Compressori di gas.

Classificazioni e definizioni - Turbocompressori: coefficienti adimensionali e loro relazioni, controricupero; compressore centrifugo ad uno o più stadi: costituzione della macchina, caratteristica manometrica, numeri caratteristici, scelta degli elementi di progetto e calcolo del compressore, influenza della velocità e della temperatura; compressore assiale; regolazione dei turbocompressori - Teoria bidimensionale - Compressori volumetrici: classificazione; tipo alternativo a stantuffo ad uno o più stadi, ciclo reale, rendimenti, regolazione; tipo rotativo a palette e tipi ad ingranaggi, rendimenti, regolazione.

Parte VI — Macchine idrauliche.

Classificazione e definizioni - Turbine Pelton, Francis, Kaplan, ad elica: scelta degli elementi di progetto, tracciamento dei profili delle pale, metodi di regolazione, curve caratteristiche - Pompe centrifughe ed assiali: caratteristiche, rendimenti, particolari costruttivi - Pompe e motori per comandi oleodinamici, classificazione, descrizione, caratteristiche - Esempi di applicazione: trasmissioni idrostatiche e idrodinamiche di potenza con particolare riferimento al caso dei veicoli - Convertitori idraulici di coppia - Variatori idrodinamici e idrostatici - Giunti idraulici.

Il Corso si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni circa. È integrato da esercitazioni pratiche, grafiche e di calcolo in un pomeriggio di ciascuna settimana, e quindi per complessive 22 tornate, circa. Le esercitazioni consistono nello studio e calcolazione di massima di impianti a vapore, comprendenti la caldaia, la motrice a turbina ed il condensatore e nella calcolazione di compressori di gas e di una motrice alternativa.

Il Corso è integrato da un Seminario di 1 ora alla settimana dedicato all'esame di problemi particolari relativi agli impianti ed alle caldaie a vapore.

COSTRUZIONE DI MACCHINE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELL'ELETTROTECNICA

(Prof. EMILIO GIUFFRIDA)

Produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - Trasformatori, linee aeree, cavi, cadute di tensione, perdite e rifasamento - Scaricatori, sezionatori, interruttori, valvole fusibili, relé e teleruttori.

Impianti elettrici di stabilimento industriale con particolare riferimento agli impianti di forza motrice e di illuminazione - Pericoli di folgorazione, norme e mezzi antinfortunistici, dispersori e misura della resistenza di terra - Utilizzazione e tarifficazione dell'energia elettrica, strumenti elettrici e misure industriali di potenza e di energia.

Motori asincroni ad anelli, a gabbia e a doppia gabbia - Variatori di fase e di tensione a induzione, convertitori rotanti di frequenza e alberi elettrici - Motori a induzione monofasi e motori sincroni. Motori a corrente continua con eccitazione indipendente e gruppo di regolazione Ward-Leonard - Motori a corrente continua e monofasi a collettore eccitati in serie e applicazioni alla trazione elettrica.

Raddrizzatori a vapore di mercurio e solidi; ignitron, tyatron e regolazione di corrente continua e alternata; applicazioni e schemi nel campo industriale.

Esercitazioni.

Dimensionamento di un piccolo trasformatore - Calcolo delle caratteristiche dei trasformatori e dei motori asincroni basate sulle prove a vuoto e in corto circuito - Calcolo delle cadute di tensione e delle perdite in una linea con trasformatori in parallelo dalla media alla bassa tensione - Rifasamento.

Schema elettrico di una cabina per stabilimento industriale - Schemi vari per il telecomando dei motori - Impianto elettrico di autovettura - Proiezioni di film sugli impianti e sulle macchine elettriche.

TECNICA DELLE COSTRUZIONI

(Prof. GUIDO OBERTI)

Parte I — La progettazione: proporzionamento del complesso strutturale (statica esterna).

I dati del problema: forze in gioco (di volume, di superficie, di linea); peso proprio, carichi permanenti; carichi accidentali.

Strutture ipo-iso-iperstatiche - I vincoli e loro realizzazioni; vincoli interni (compresa la continuità) ed esterni; effetto degli attriti - Reazioni concentrate e distribuite.

I materiali da costruzione; caratteristiche fisico-meccaniche; elasticità, plasticità, limite elastico, carico di snervamento, rottura - Lavoro di deformazione - Fenomeni di fluage e di rilassamento - Prove dinamiche e a fatica.

Fondazioni; caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce - Cedimenti per rifluimento o per assestamento del terreno; cedimenti elastici (costante di Winkler) e anelastici - Vari tipi di fondazioni (cenni).

Strutture monodimensionali (travi ed archi) piane e spaziali - Caratteristiche della sollecitazione esterna (N, M, T, M), relative alla generica sezione normale - Linea delle pressioni - Condizioni integrali di equilibrio (relazioni tra p, M, T).

Richiami sull'applicazione del principio dei lavori virtuali al calcolo degli spostamenti e delle incognite iperstatiche.

Richiami sulle linee d'influenza relative a reazioni vincolari, a sollecitazioni e spostamenti per elementi strutturali isostatici a parete piena e reticolari.

Le azioni esterne indipendenti dai carichi: effetti della temperatura, del ritiro e della stagionatura dei materiali - Coazioni conseguenti.

Stato di tensione e di deformazione nel punto generico di una struttura; tensioni e deformazioni principali; rappresentazione grafica del Mohr.

Raffronti tra il comportamento dei vari materiali sottoposti a tensione omogenea, mono, bi e tridimensionali: fragilità e duttilità - Verifica locale del grado di sicurezza e criteri sulla rottura: ipotesi di Navier, Guest, Beltrami, Mises; curva intrinseca (Mohr); tensioni principali ideali (Grashof).

Parte II — La progettazione: proporzionamento degli elementi resistenti (statica interna).

Gli acciai normali da costruzione; caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili - Riduzioni per effetto di fatica - Elementi della struttura in acciaio.

Dimensionamento delle sezioni resistenti nelle strutture metalliche - Elementi tesi e inflessi nelle costruzioni chiodate - Effetti dei fori nello stato di tensione uni e bidimensionale - Elementi compressi; verifica al calcolo di punta di elementi ad anima piena e reticolari; metodo ω ; formule di Engesser - Pressoflessione di travi snelle - Effetto delle deformazioni di taglio nel carico di punta dei tralicci metallici e nelle travi composte (con calastrelli) - Instabilità delle pareti sottili nelle travi ad anima piena (Timoshenko) - Svergolamento delle travi a I.

Comportamento elastoplastico delle sezioni inflesse.

Torsione nelle travi metalliche; richiami all'analogia idrodinamica - Torsioni di travi a cassone, travi a parete sottile (formula di Bredt).

Strutture chiodate - Criteri di proporzionamento delle chiodature - Comportamento statico delle giunzioni per sovrapposizione, a semplice, doppio coprighiunto - Chiodature correnti: chiodature di forza, nelle travi composte e loro calcolo - Chiodature per travi ad asse curvo - Giunzioni di cantonali e di piattabande e loro proporzionamento - Giunzioni di travi chiodate ad anima piena; giunzioni dell'anima (longitudinali e trasversali) - Travi reticolari chiodate, realizzazione dei nodi e loro proporzionamento - I bulloni ad alta resistenza e verifica dei collegamenti, a bulloni o chiodi, soggetti a tensioni normali.

Le strutture saldate - Cenni sulle saldature; pregi e difetti delle costruzioni saldate - Giunzioni; cordoni di testa, cordoni d'angolo (frontali e longitudinali) - Giunzioni correnti e giunzioni di forza delle strutture saldate; proporzionamento e verifica di calcolo - Travi a parete piena e reticolari saldate, realizzazione dei nodi.

Realizzazione degli appoggi delle travi metalliche; scorrevoli, a rulli, pendolari - Appoggi di colonne e di pilastri - Realizzazione dell'incastro in travi e pilastri - Particolari costruttivi per travi chiodate e saldate.

Cenni alle norme (CNR) per la costruzione di strutture metalliche.

Strutture in cemento armato; caratteristiche generali; criteri di costruzione - Confezione del calcestruzzo - Caratteristiche fisico-meccaniche del calcestruzzo e influenza sul regime degli sforzi e delle deformazioni nelle strutture in c. a. - L'aderenza: il rapporto « n ».

Cemento armato ordinario: criteri di progetto e verifica a sollecitazioni normali - La compressione semplice; pilastri cerchiati; carico di punta; pilastri sottili presso-inflessi - Calcolo delle deformazioni per aste tese e compresse - Proporzionamento delle sezioni tese - Serbatoi in c. a.

Flessione semplice (1°, 2° e 3° stadio) - Studio delle deformazioni e criteri di verifica - Proporzionamento di sezioni rettangolari e criteri di verifica - Propor-

zionamento di sezioni rettangolari e a T; effetto della doppia armatura - Caso di sezione simmetrica di forma qualsiasi.

Flesso-pressione - Criteri di progetto e verifica della stabilità per sezioni rettangolari e a T - Metodi grafici per casi generali; (Guidi e Spangerberger).

Flessione composta (flessione e taglio); proporzionamento delle armature per il taglio; ferri piegati e staffe - Travi ad altezza variabile; disposizione razionale delle armature.

Torsione semplice; armature a elica con staffe e ferri longitudinali; armature longitudinali e staffe.

Le coazioni conseguenti al ritiro del calcestruzzo o alle variazioni termiche anche non uniformi.

La precompressione - Realizzazione delle travi isostatiche precomprese a cavi aderenti o scorrevoli - Le tubazioni precomprese.

Solai in c. a. e composizione strutturale - Coperture industriali in c. a. - Plinti di fondazione, in calcestruzzo e in c. a., fondazioni su travi rovescie.

Proporzionamento delle sezioni con altri materiali costruttivi - Travi in laterizio armato - Travi composte in calcestruzzo-acciaio.

Cenni delle norme italiane per il progetto e l'esecuzione delle opere in cemento armato.

Parte III — Problemi speciali.

Problemi bidimensionali piani - Il problema biarmonico (Airy) e accenni alla sua trattazione, teorica e sperimentale; la fotoelasticità e le sue applicazioni alla tecnica delle costruzioni.

Cenni sulle strutture resistenti per forma: membrane e lastre curve - Volte sottili cilindriche.

La prefabbricazione e suoi riflessi strutturali.

Il controllo sperimentale delle strutture; il collaudo statico.

TECNOLOGIE DEI MATERIALI

(Prof. LENO MATTEOLI)

Generalità.

Metalli ferrosi, non ferrosi, metalli poco comuni di impiego industriale.

Materiali non metallici impiegati nelle costruzioni meccaniche.

I materiali metallici.

Introduzione alla scienza dei metalli.

Cenni generali sulla fisica dello stato solido.

Metalli e leghe e loro proprietà generali in relazione alla struttura reticolare ed alla microstruttura.

Trasformazioni allo stato solido.

Metallografia.

Trattamenti termici dei metalli e leghe.

Generalità.

Teoria e pratica.

Vocabolario Euronorm per i trattamenti termici.

Acciai e ghise.

Classificazione generale.

Unificazione italiana e cenni comparativi sui criteri fondamentali delle più

importanti unificazioni estere (ASTM, B.S.I., DIN, GOST, AFNOR, ecc.) e internazionali (ISO), con particolare riguardo alla unificazione comunitaria (EURO-NORM).

Acciai comuni e speciali.

Generalità e classificazione in base agli impieghi tecnologici.
Influenza dei vari elementi di alligazione sulle caratteristiche degli acciai.
Influenza degli elementi di lega sullo spostamento dei punti critici e sulla velocità delle trasformazioni.
La temprabilità ed i trattamenti termici degli acciai.

Acciai da carpenteria comuni e speciali.

Classificazione e criteri di scelta.
Acciai comuni ed acciai ad alto limite di snervamento.
Saldabilità: criteri di saldabilità degli acciai da carpenteria.
Frattura fragile e frattura tenace: recenti sviluppi teorici e tecnologici in relazione alle costruzioni saldate ed agli impianti nucleari.
Protezione delle strutture in acciaio dagli agenti atmosferici (pitture, vernici, zincatura termica, ecc.).

Acciai per caldaie comuni e speciali.

Criteri di scelta e di valutazione.
Resistenza meccanica ad alta temperatura: limite di scorrimento.
Fragilità caustica e invecchiamento: acciai antiinvecchianti.

Acciai automatici.

Criteri di scelta e di valutazione.
Influenza dello zolfo e del piombo.

Acciai da bonifica comuni e speciali.

Classificazione e criteri di scelta.
La temprabilità.
Gli acciai H.
Resistenza a fatica degli acciai bonificati: influenza della composizione, della struttura, delle inclusioni, della decarburazione, del fattore forma.

Trattamenti termici di diffusione.

Generalità.

Diffusione allo stato solido.
Cementazione carburante, nitrurazione, sherardizzazione, cromizzazione, ecc.

Acciai da cementazione e da nitrurazione.

Classificazione, caratteristiche, impieghi.
Criteri di scelta degli acciai.

Acciai per utensili comuni e speciali.

Acciai per lavorazione a freddo.
Acciai per lavorazione a caldo.
Acciai rapidi: prove di durata di taglio.
Acciai per stampi.
Acciai per usi speciali.
Acciai per molle.
Acciai inossidabili - Corrosione, protezione e prove relative.

Acciai per impieghi a temperature elevate - Resistenza alla ossidazione - Valutazione della resistenza meccanica a temperature molto elevate.

Acciai e leghe magnetiche.

Acciai per cuscinetti - Inclusioni non metalliche: loro classificazione e determinazione.

Acciai per getti.

Acciai comuni e speciali per getti.

Tecnologia della colata dei getti di acciaio.

Trattamenti termici dei getti di acciaio.

Ghise.

Ghise comuni.

Ghise speciali.

Ghise malleabili.

Ghise sferoidali.

Ghise resistenti alla ossidazione, alla corrosione ed al calore.

Trattamenti termici delle ghise.

Metalli non ferrosi.

Generalità.

Rame e sue leghe.

Rame.

Bronzi comuni e speciali.

Ottoni comuni e speciali.

Bronzi all'alluminio.

Leghe speciali di rame.

Tecnologie del rame e delle sue leghe.

Unificazione italiana delle leghe di rame.

Alluminio e sue leghe.

Alluminio.

Leghe di alluminio per getti.

Leghe di alluminio placcate.

Leghe di alluminio per lavorazione plastica.

Ossidazione anodica.

Tecnologia dell'alluminio e delle sue leghe.

Unificazione italiana.

Magnesio e leghe di magnesio.

Magnesio.

Elektron.

Trattamenti di passivazione delle leghe di magnesio.

Unificazione italiana.

Zinco e leghe di zinco.

Zinco.

Leghe di zinco (Zama, Alzen).

Processi di zincatura.

Unificazione italiana.

Piombo e sue leghe.

Piombo d'opera.

Piombo indurito.

Piombo per cavi.
Piombo per caratteri da stampa.
Piombo per usi chimici.
Piombo per usi vari.
Unificazione italiana.

Stagno e sue leghe.

Stagno.
Leghe per saldatura.
Metalli bianchi antifrizione.
Lamiere stagnata.
Unificazione italiana.

Nichel e sue leghe.

Nichel.
Leghe di nichel aventi caratteristiche speciali: invar, permalloy, ecc.

Cobalto e sue leghe.

Leghe per alte temperature.
Leghe per riporti superficiali.

Argento e sue leghe.

Leghe per saldobrasatura.

Titanio e sue leghe.

Titanio.
Metallografia e trattamenti termici delle leghe di titanio.
Tecnologia delle leghe di titanio commerciali.

Materiali non fissili per costruzioni nucleari.

Sezione di cattura neutronica come criterio di scelta dei materiali per costruzioni nucleari.

Acciai.
Frattura fragile e danneggiamento da radiazioni.
Zirconio e sue leghe (Zircaloy).
SAP.
Materiali per moderatori: grafite, acqua pesante.
Materiali per barre di controllo: boro, cadmio e afnio.
Materiali per schermature da neutroni e da radiazioni α , β , γ .

Tecnologie metallurgiche speciali.

Metallurgia delle polveri.
Metalloceramica: ferro e sue leghe, rame e sue leghe, bronzi porosi, leghe Alnico per magneti permanenti, ecc.
Cermets.
Metalli duri sinterati (tipo Widia).
Microfusione.
Getti centrifugati.
Fusione nel vuoto.

Difetti nei materiali metallici.

Diagnosi, cause, rimedi, casistica, ecc.

Materiali non metallici.

Materie plastiche. — Classificazione caratteristiche e criteri di impiego delle più importanti materie plastiche usate nella industria meccanica.

Gomma e derivati. — Cenni sui più importanti tipi di gomma in relazione ai loro impieghi nelle costruzioni meccaniche.

Pitture e vernici.

Classificazione, caratteristiche e criteri di impiego delle principali pitture e vernici con particolare riguardo a quelle usate a scopo protettivo contro la corrosione.

V ANNO

IMPIANTI MECCANICI

(Prof. ARMANDO MONTE)

L'impianto industriale: finalità economiche e sociali - Fattori della produzione - La ricerca di mercato (metodi e tecnica) - La dimensione dell'impianto industriale in relazione al volume produttivo ed ai costi di produzione.

Il problema ubicazionale dell'impianto nelle successive delimitazioni di località regionale e zonale - Elementi che influiscono sulla scelta della località più opportuna - Il decentramento industriale.

Il progetto dell'impianto industriale (plant layout) - Studio dei cicli di lavorazione - Scelta del macchinario, degli impianti e della mano d'opera occorrente - Flusso dei materiali e delle maestranze - La disposizione dei macchinari e dei reparti - Metodi di progettazione e di valutazione delle possibili soluzioni di plant layout - L'applicazione dei metodi di ricerca operativa alla progettazione degli impianti industriali: programmazione lineare, teoria delle code, metodo di Monte Carlo, rilevazioni istantanee.

Ingegneria economica: ammortamento, deprezzamento, costi e valutazione degli impianti industriali - Criteri per la scelta di impianti in alternativa.

Trasporti interni. — Classificazione in base ai tipi di materiali, al percorso e al funzionamento: gru - carroponti - carroponti di impilaggio - trasportatori a nastro, a piastre, a rulli, a coclea, a scosse, raschianti - elevatori a tazze e a bilancini - convogliatori aerei - carrelli sollevatori - ascensori montacarichi, tappeti e scale mobili - trasportatori pneumatici - Criteri di dimensionamento, installazione ed esercizio - Potenza necessaria e costi.

Magazzini e depositi. — Magazzini materie prime, semilavorati e prodotti finiti - Classificazione (magazzini per materiali solidi, liquidi, gassosi) - Caratteristiche - Dotazioni ed attrezzature - Progettazione.

Fabbricati industriali. — Classificazione e tipi di strutture di più frequente realizzazione - Ossature, coperture e pareti - Illuminazione naturale e acclimazione - Pavimenti - Cancelli e porte - Scale - Scarichi delle acque nere e piovane.

Servizi generali. — Uffici, laboratori, spogliatoi, refettori e mense, servizi igienico-sanitari, ecc. - Strade e raccordi ferroviari.

Gli impianti ausiliari.

L'acqua: fabbisogno, approvvigionamento, accumulo, e distribuzione - Impurità delle acque e sistemi di depurazione - Il recupero delle acque industriali - Eli-

minazione delle acque da rifiuto - L'impiego dell'acqua negli impianti antincendio: reti interne ed esterne, ad inondazione e a nebulizzazione.

L'aria compressa: progettazione degli impianti di distribuzione dell'aria compressa negli stabilimenti industriali.

L'energia elettrica e l'illuminazione: alimentazione dell'energia elettrica alle utenze industriali e impianti di illuminazione - Criteri di progettazione e di installazione.

I fumi e le polveri: impianti di eliminazione - Caratteristiche, criteri di scelta e dimensionamento degli stessi.

I rumori: isolamento e riduzione dei rumori in campo industriale.

Impianti di deposito e di distribuzione dei combustibili degli olii, dei solventi, dell'ossigeno, ecc.

La prevenzione degli infortuni.

L'impianto pilota - I capitolati - Gli appalti - I contratti - L'esecuzione - La direzione dei lavori - I collaudi - L'avviamento - La manutenzione.

Descrizione e visite di impianti industriali.

MACCHINE - II

(Prof. ENRICO ANTONELLI)

Motori a combustione interna e turbine a gas.

Introduzione: richiami di termodinamica delle macchine - Il I principio nelle forme lagrangiana ed eulariana: energia interna ed entalpia, lavoro esterno e lavoro tecnico - L'entropia - Usi e proprietà dei diagrammi p , v e T , S nelle trasformazioni reversibili e in quelle irreversibili - Definizioni di rendimenti e di consumi specifici e relazioni fondamentali.

Parte I — Motori a stantuffo a combustione interna.

Classificazione dei motori a combustione interna - Cicli ideali - Criteri per l'impostazione del progetto di massima di un motore.

Parte II — Studio sommario dei principali motori a combustione interna.

Motori veloci e leggeri - A carburazione a 4 tempi: particolari costruttivi della distribuzione, dei cilindri, incastellature, stantuffi, manovellismi - Lubrificazione, avviamento - Disposizione dei cilindri a V e a stella - Motori per aeromobili - Tipi a carburazione a 2 tempi: differenze costruttive - Tipi ad iniezione a 4 tempi: particolari costruttivi.

Motori Diesel lenti e pesanti - Particolari costruttivi dei cilindri, basamenti, incastellature, manovellismi - Distribuzione dei motori a quattro tempi - Distribuzione nei motori a due tempi - Motori a stantuffi opposti - Motori a doppio effetto - Pompe di lavaggio - Avviamento, inversione di marcia, lubrificazione - Motori ad iniezione a bassa compressione: a testa calda e policarburanti.

Parte III — Studio particolareggiato del funzionamento.

Potenza e rendimento dei motori, in generale e nei singoli casi - Rendimenti ideali - Rendimenti limiti - Il concetto dell'energia utilizzabile di un combustibile - Rendimento organico, indicato, volumetrico, di carica, di lavaggio; fenomeni di inerzia nelle fasi di ricambio - Influenza delle condizioni d'ambiente sulla potenza -

Caratteristiche meccaniche dei motori a combustione interna - Combustione normale e accensioni o combustioni anomale: studio particolare della detonazione e del rombo - Carburanti liquidi: volatilità e numero di ottano - Carburatori e loro accessori: compensatori, economizzatori, correttori altimetrici, pompe di ripresa, avviatori - Tipi di carburatori - L'iniezione - Accensione a scintilla: sistemi a bassa e ad alta tensione; candele, magneti, spinterogeni - Gassogeni per motori e in particolare per automezzi; limitatori di pressione per gas compressi; funzionamento « Diesel-gas » - Combustione ed iniezione nei motori Diesel e derivati: numero di cetano; misuratori del ritardo d'accensione - Apparatì d'iniezione: pompe, iniettori e loro eventuali comandi.

Parte IV — Notizie complementari su motori a stantuffo.

Equilibramento: coppia di reazione, forze centrifughe; forze alterne d'inerzia - Applicazione ai diversi tipi di motori - Refrigerazione dei cilindri: a liquido, e ad aria; calcolo dei radiatori; efficienza delle alette - Alimentazione artificiale dei cilindri per motori a due tempi e per motori a quattro tempi; turbocompressori a gas di scarico.

Parte V — Turbine a gas e reattori.

Classificazione - Turbine alimentate a pressione costante: cicli semplici, a compressione interrefrigerata, a riscaldamenti ripetuti, a rigenerazione finale od intermedia; cicli aperti, chiusi, combinati; organizzazione meccanica e regolazione; comportamento a velocità variabile; caratteri costruttivi - Turboreattori: classificazione dei reattori in genere e dei turboreattori in particolare; cicli; prestazioni specifiche e globale in funzione delle condizioni di progetto e delle condizioni di impiego - Turbine alimentate a pressione variabile - Motori composti a stantuffi ed a turbina - Autocompressori a combustione interna - Impianti misti a gas e vapore.

Esercitazioni.

Il Corso si svolge in tre ore settimanali per complessive 70 lezioni; comprende inoltre un Seminario di un'ora alla settimana, per complessive 23 ore, dedicato alla strumentazione impiegata nelle prove su macchine termiche e ai problemi relativi al rilievo delle caratteristiche meccaniche dei motori e alla valutazione delle qualità dei combustibili.

Il Corso è integrato da esercitazioni pratiche, grafico-analitiche e sperimentali che occupano un pomeriggio alla settimana, per complessive 23 tornate circa. Le esercitazioni grafico-analitiche consistono nello studio e calcolo di massima di un motore alternativo a combustione interna a 4 tempi o a 2 tempi, con particolare riguardo alle forze agenti sul manovellismo, all'equilibramento, ed alle fasi di ricambio, e nella calcolo termodinamica di un impianto di turbina a gas.

Le esercitazioni sperimentali consistono nello smontaggio e rimontaggio di un motore di tipo automobilistico, nell'esame ed impiego di strumentazione, per misure motoristiche e di laboratorio di: potenza, coppia, velocità angolare, pressione, temperatura e portata, nelle prove al banco di un motore a carburazione a 4 e a 2 tempi, di un motore Diesel a 4 e a 2 tempi e di una turbina a gas, nella determinazione del numero d'ottano di carburanti.

CALCOLO E PROGETTO DI MACCHINE

(Prof. RENATO GIOVANNOZZI)

Ingranaggi cilindrici a denti diritti. — Problemi speciali di progetto degli ingranaggi - Raccordo di piede e spoglia di testa - Taglio di denti con interferenza e calcolo della diminuzione di arco d'azione corrispondente - Espressione analitica della forma del dente - Calcolo delle dentature ad evolvente corrette - Unificazione sulle dentature corrette.

Ingranaggi conici a denti diritti. — Relazioni fondamentali - Dentature coniche ad evolvente e calcoli relativi - Calcolo delle dentature coniche corrette - Spinte sui supporti.

Ingranaggi cilindrici e conici a denti obliqui. — Richiami e complementi sulla geometria degli ingranaggi elicoidali - Dentature elicoidali ad evolvente corrette - Spinte sui supporti - Le applicazioni più importanti degli ingranaggi elicoidali e bielicoidali - Ruote coniche a denti obliqui - Varie forme - Geometria e relazioni fondamentali - Spinte sui supporti.

Il taglio delle ruote cilindriche e coniche a denti diritti e obliqui. — Riassunto dei concetti e dei dispositivi applicati nel taglio per fresatura ed involuppo dei vari tipi di ingranaggi e breve descrizione delle principali macchine dentatrici.

Coppia vite senza fine - ruota elicoidale. — Vite senza fine a spirale e ad evolvente - Geometria - Superficie dei contatti - Limitazione dei denti della ruota - Interferenza - Forze agenti sugli assi - Taglio e proporzionamento della vite e della ruota - Varie soluzioni costruttive nei riduttori a vite senza fine.

Ruote elicoidali per trasmissioni fra assi sghembi. — Possibilità di spostamenti arbitrari relativi degli assi - Calcolo delle coppie elicoidali - Forze agenti sugli assi - Dentature corrette per gli assi sghembi.

Calcolo di resistenza degli ingranaggi. — Vari metodi di calcolo: a flessione, al riscaldamento, a schiacciamento locale - Sollecitazioni dinamiche - Maggiorazione dinamica del carico secondo E. Buckingham - Diminuzione della tensione ammissibile con la velocità secondo le varie formule proposte - Metodo inglese B.S.S. - Calcolo di resistenza di ingranaggi cilindrici e conici a denti diritti e obliqui e della coppia vite senza fine-ruota - Ingranaggi in materiali sintetici - Vari procedimenti di costruzione degli ingranaggi e corrispondenti proporzionamenti.

Trasmissioni a catena. — Catene scomponibili, catene di trasmissione - Sollecitazione e proporzionamento delle catene - Scelta delle catene in base ai cataloghi - Norme di montaggio e di manutenzione - Ruote dentate per catene.

Calcolo dei dischi rotanti a forte velocità. — Equazioni di equilibrio e di congruenza - Disco di spessore costante, disco a profilo iperbolico, conico, di uniforme resistenza - Disco con peso specifico variabile - Disco a profilo arbitrario: metodo di Grammel e altro metodo generale - Nuovo procedimento per tener conto della palettatura e della corona - Criteri per la verifica di resistenza dei dischi rotanti - Nuove tavole per il calcolo dei dischi conici.

Velocità critiche degli alberi rotanti. — a) Alberi con una sola massa - Chiarimenti sul concetto di velocità critica - Influenza sulla velocità critica di varie cause elastiche, meccaniche, idrodinamiche; dell'inerzia trasversale delle masse; di uno sforzo di trazione, di compressione, di taglio; dell'orizzontalità dell'albero - b) Alberi con più masse - Metodi analitici ed analitico-grafici - Formula di Dunkerley - Relazione di ortogonalità - Determinazione della prima velocità critica con procedimento di iterazione - Metodo di von Borowicz - Formule approssimate di Grammel e Koch - Determinazione della seconda velocità critica con i procedimenti di Koch e di Giovannozzi.

Oscillazioni torsionali degli alberi. — Riduzione ad un sistema equivalente costituito da un albero rettilineo con un certo numero di volani e relativa soluzione numerica - Soluzione esplicita per alcuni casi particolari (2 e 3 volani) - Sistemi in serie e in parallelo - Riduzione delle masse nei riduttori epicicloidali - Metodo di Biot per la determinazione delle frequenze di ordine superiore - Scomposizione in armoniche del momento motore - Composizione delle armoniche di uno stesso ordine in uno stesso gomito - Armoniche principali - Quadro completo delle possibilità di risonanza - Determinazione delle sollecitazioni in condizioni di risonanza - Oscillazioni forzate dovute ad armoniche eccitatrici - Principio di reciprocità - Metodi sperimentali per il rilievo delle oscillazioni torsionali.

Tubi e loro giunzioni. — Tubi: tipi, materiali e metodi di costruzione - Diametri e pressioni nominali - Dimensionamenti e verifiche di resistenza - Unificazione dei tubi - Giunti di dilatazione - Vari tipi di giunzioni - Giunzioni a flange: unificazioni, proporzionamento, calcoli di resistenza.

Organi di intercettazione. — Descrizione dei vari tipi di valvole e calcolo dei relativi elementi (casce, coperchi, anelli di tenuta, otturatori, steli di manovra, premistoppa) - Vari tipi di valvole automatiche idrauliche - Teoria del moto del piatto in esse - Valvole per soffianti e compressori - Valvole per macchine a vapore - Valvole per motori a combustione interna - Tipi speciali di valvole - Valvole a cerniera - Valvole a saracinesca e loro elementi - Unificazione sulle valvole.

Funi metalliche. — Tipi principali di formazione e loro designazione - Materiali impiegati e prove relative - Le sollecitazioni delle funi - Calcoli di resistenza - Fissaggi delle funi - Particolarità costruttive - Prove di fatica su funi.

Pulegge e volani. — I vari tipi di pulegge - Calcolo di resistenza approssimato usuale e calcolo perfezionato delle pulegge - Descrizione dei principali tipi di volani e loro calcolo.

Bielle. — Bielle per motori veloci - Forze agenti sulle bielle - Calcoli di resistenza del fusto, degli occhi, delle teste, dei bulloni del cappello - Bielle per motori lenti - Tipi e calcoli di resistenza relativi - Particolarità costruttive delle bielle.

Alberi a gomito. — Vari tipi di alberi a gomito e loro particolarità costruttive - Forze agenti sugli alberi a gomito e loro calcolo di resistenza - Trattamenti superficiali degli alberi a gomito - Equilibramento.

Pistoni, fasce elastiche, spinotti. — Vari tipi di pistoni e loro particolarità costruttive - Materiali e metodi impiegati - Forma delle fasce elastiche e calcoli relativi - Spinotti - Calcolo a flessione longitudinale e a schiacciamento.

Alcuni problemi speciali di costruzione di macchine. — Alcune questioni relative ai rotismi epicicloidali - L'arco d'azione di dentature intagliate per involuppo con interferenza - Metodi sperimentali per lo studio delle oscillazioni torsionali - Calcolo delle sollecitazioni termiche in un disco di profilo arbitrario - Oscillazioni torsionali forzate dovute ad armoniche di uno stesso ordine principali o secondarie - Oscillazioni torsionali dovute ad un unico momento eccitatore applicato in una sezione dell'albero - Principio di reciprocità nelle oscillazioni torsionali forzate.

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Prof. ALBERTO RUSSO FRATTASI)

1.0. I principi statistici e matematici.

1.1. Il concetto di probabilità, calcolo delle probabilità; l'indagine con il metodo del campione; i modelli di distribuzione (Gauss, Poisson, ecc.); la correlazione; i diagrammi come mezzo d'indagine e di controllo; la statistica e la probabilità come mezzi di previsione; la statistica come metodo delle scienze sperimentali; l'organizzazione dei servizi statistici.

1.2. Applicazioni matematiche all'organizzazione aziendale: la programmazione lineare; la programmazione dinamica; la teoria delle code.

2.0. La storia dell'organizzazione.

2.1. Origini e differenti scuole; il sistema cartesiano ed il pragmatismo; l'im-

postazione del Taylor ed il neo-taylorismo; l'impostazione del Fayol e gli sviluppi in Europa; tendenze ed indirizzi attuali.

2.2. Principi di direzione aziendale: i principi di divisione del lavoro; gli organigrammi e le strutture aziendali; il coordinamento dei diversi servizi aziendali; la delega di autorità e l'attribuzione di responsabilità; la direzione, la funzione direttiva, l'inquadramento ed il compito dei dirigenti.

3.0. *Principi tecnologici.*

3.1. Lo studio e la misura del lavoro: i fattori della produzione; il miglioramento dei metodi; il compito del servizio Metodi; l'M.T.M. ed altri sistemi di tempi predeterminati; l'analisi e la descrizione delle operazioni; schede e diagrammi; la rilevazione dei tempi e la tecnica del cronometraggio il livellamento dei tempi e la valutazione del rendimento; l'equilibraggio delle operazioni.

3.2. Programmazione e controllo della produzione: i lotti economici di produzione; il carico macchine e la programmazione; la massima utilizzazione degli uomini, delle macchine e degli impianti; controllo avanzamento lavoro; i registratori di produzione.

3.3. Il controllo di qualità: il concetto di controllo e collaudo; i metodi di controllo; il controllo statistico della qualità (controllo di accettazione, controllo durante la lavorazione, carte di controllo).

3.4. Gli impianti industriali e i servizi: i cicli di produzione e flusso del lavoro; la disposizione planimetrica degli impianti e delle macchine; i trasporti interni; la disposizione e il dimensionamento dei servizi e degli uffici; i problemi ubicazionali per nuove industrie; la manutenzione degli impianti: la valutazione dei complessi industriali.

4.0. *I principi umani.*

4.1. Valutazione e retribuzione del lavoro: le relazioni umane; la teoria del salario ed i sistemi di retribuzione; la descrizione a valutazione delle mansioni; la fisiologia del lavoro: fatica e riposo; la psicotecnica, i test, orientamento e relazione professionale; la valutazione dei meriti.

5.0. *I principi economici.*

5.1. La gestione degli stocks: la determinazione del lotto economico di acquisto; la determinazione della scorta minima; i metodi di approvvigionamento e la valutazione delle giacenze.

5.2. Principi di contabilità generale: le rilevazioni contabili; i bilanci dell'azienda; la determinazione del reddito; gli aspetti fiscali.

5.3. Controllo aziendale: la rilevazione e il controllo dei costi; i concetti economici di costo: costo economico tecnico, costo globale e suppletivo, costi variabili, semivariabili e fissi, costo medio e costo marginale, costi vivi e costi vincolati; i centri di costo di una impresa industriale; i costi standard ed il budget; i diversi tipi di rilevazioni aziendali: i libri elementari, il conto ed i valori di conto, le varie forme dei conti, metodi e sistemi scritturali, la partita doppia ed il sistema di reddito; la formazione e l'interpretazione del bilancio di esercizio; i calcoli di convergenza; le alternative di gestione; i rapporti di gestione.

6.0. *Automazione.*

6.1. I principi di automazione nei processi produttivi; i sistemi meccanografici e gli elaboratori elettronici.

METROLOGIA GENERALE E MISURE MECCANICHE

(Prof. ANTHOS BRAY)

La relazione tecnica - La impostazione di una esperienza - La scelta delle apparecchiature - La rappresentazione grafica di risultati sperimentali.

Le unità di misura - Sistemi di unità fondamentali e tecnico - Equazioni di dimensioni - Conversione da un sistema di unità ad un altro.

Le qualità metrologiche di uno strumento di misura - La sensibilità di una lettura, di una misura, di uno strumento e di un dispositivo - L'approssimazione della misura di una grandezza che sia somma, prodotto quoziente o potenza di più grandezze di diverso tipo o dello stesso tipo.

Errore di una lettura - Errore di una misura - Errore medio - Errore quadratico medio ed errore propabile - Misure di eguale precisione - Errore medio della media.

La legge di Gauss - Determinazione analitica della curva di Gauss.

Il principio di Chauvenet o di esclusione - Il grafico di probabilità normale e le sue proprietà - Tolleranza naturale e tolleranza di disegno, applicata alla scelta di uno strumento di misura - Rappresentazione tabellare e grafica di dati raggruppati - I limiti di fiducia.

Analisi statistica dei risultati - Programma fattoriale - Analisi secondo Yates.

Misure d'ineguale precisione - La pesata di una misura - L'errore medio della media pesata.

La precisione a priori e la precisione a posteriori di una grandezza da misurare - Errori di lettura, errori di zero, errori delle grandezze d'influenza, errori di taratura - Errori di reazione.

La misura di grandezze variabili nel tempo - La sensibilità quasi statica, la sensibilità dinamica - Strumenti a semplice ritardo e strumenti pendolari - Il tempo di risposta, il ritardo, il rapporto delle ampiezze e la fase.

Classifica degli apparecchi: indicatori e registratori - Le scale con indici meccanici, ottici ed acustici - I tipi di registratori ed i criteri di scelta.

La dinamometria - I dinamometri per prove statiche ed i dinamometri per prove dinamiche - I dinamometri meccanici, i dinamometri elettrici - La taratura dei dinamometri - Le macchine universali per prova dei materiali.

La misura della deformazione - Gli estensimetri meccanici, gli estensimetri acustici e gli estensimetri ottici - Il rapporto di amplificazione e la sensibilità degli estensimetri.

Gli estensimetri di alta precisione: l'estensimetro ottico Tuckerman e l'estensimetro interferometrico - Gli estensimetri acustici (tipo Schaefer) e gli estensimetri pneumatici (Tipo Solex).

La taratura degli estensimetri - Il metodo A.S.T.M. - Il metodo dell'interferometro - Il banco di taratura della Huggenberger e il banco di taratura della Johanson.

Gli estensimetri elettrici a resistenza - Il filo dell'estensimetro.

Proprietà degli adesivi usati con gli estensimetri elettrici a resistenza - Gli adesivi alla cellulosa.

Gli adesivi fenolici ed epossilici - Gli adesivi ad azione rapida - Il supporto degli estensimetri elettrici - L'uso di un supporto secondario per il recupero degli estensimetri - I tipi di estensimetri a filo - I tipi di conduttori ed il loro effetto sulle prove di fatica.

Criteri di scelta degli estensimetri - Gli estensimetri TEPIG G-H a griglia a tratti - Gli estensimetri foto-incisi: gli estensimetri a spina di pesce, gli estensimetri a diaframma e gli altri tipi.

Le misure di resistenza a temperatura elevata - I tipi di adesivi usati - Le variazioni del fattore di taratura, dell'isolamento verso terra e dello zero.

Le misure di resistenza - La scelta dello strumento di misura.

L'effetto della variazione della temperatura sulla misura della formazione - Circuiti di misura - Prove di trazione e compressione - Prove di flessione e prove di torsione - Metodo per aumentare l'uscita di un circuito di misura.

Le rosette estensimetriche - I tipi di rosette - L'interpretazione dei risultati rilevati con le rosette - La scelta delle rosette.

Circuiti per prove dinamiche - Il limite di rottura per fatica degli estensimetri elettrici - Circuiti potenziometrici - Circuiti a ponte alimentati in c.c. e in c.a. - Il diagramma a blocchi del circuito delle centraline di tipo commerciale - Il metodo per le prove di fatica.

Gli strumenti di misura adoperati con gli « strain gages »: le centraline, i commutatori, i commutatori equilibratori e i ponti di misura digitali.

La taratura dei circuiti.

La taratura diretta - La taratura delle forze - La taratura delle accelerazioni - La taratura delle pressioni statiche e dinamiche.

La taratura delle strisce estensimetriche.

La variazione del fattore di taratura - Le prove di lunga durata con gli estensimetri.

Gli estensimetri con semiconduttori - L'effetto della piezoresistività - Proprietà fisiche - Gli estensimetri con strati sottili depositati sotto vuoto.

La fotoelasticità - Le proprietà delle sostanze birifrangenti - Lo schema di un banco fotoelastico - I materiali usati per modelli - Le sorgenti luminose - La fotoelasticità tridimensionale.

La polarizzazione piana e la polarizzazione circolare - Le lamine quarto d'onda - Le linee isocline, isocromatiche e isostatiche.

Gli estensimetri fotoelastici - Il principio del « fotostress » - Campo di misura - Le applicazioni - Le misure statiche e dinamiche - Il metodo di « moiré »: principio del metodo, sviluppo qualitico - Il « mismatch » - Le applicazioni del metodo.

Le vernici fragili - La sensibilità di una vernice, la scelta di una vernice - La taratura di una vernice.

La misura delle vibrazioni - I sistemi a tasto sonda: apparecchi meccanici ed elettrici - Determinazione teorica dei limiti d'impiego di un vibrometro: frequenza ed accelerazione limiti.

I sistemi sismici o sistemi elastici lineari a coefficienti costanti - Campo d'impiego di un sistema sismico come vibrometro - I sistemi sismici usati come accelerometri - Relazione tra accelerometro e vibrometro.

Caratteristiche di un vibrometro: la caratteristica di linearità; la sensibilità; la frequenza naturale; il rapporto degli smorzamenti - Caratteristiche di un accelerometro: le prove statiche e le prove dinamiche - Linearità, sensibilità, frequenza naturale, curva di risposta all'ampiezza ed alla fase.

Accenni a metodi di misura non distruttivi per la determinazione delle proprietà dei materiali.

TemI delle esercitazioni.

Determinazione della precisione di un nonio e di un calibro a cursore verticale.

La distribuzione statistica e la rappresentazione grafica di risultati di durezza.

La taratura di una macchina universale di prova dei materiali.

La taratura di un dinamometro.

La determinazione del carico di snervamento superiore ed inferiore.

Gli estensimetri e la loro taratura.

La precisione delle misure estensimetriche.

La misura del coefficiente di Poisson con gli estensimetri elettrici.

Misure del momento torcente con gli estensimetri elettrici.

Determinazione delle tensioni principali di una struttura con le rosette.

La taratura di un vibrometro a palpatore della Philips.

Lo studio di un eccentrico con un vibrometro sismico.

La determinazione dello stato di tensione di una trave con il metodo fotoelastico.

Indirizzo a scelta: Metrologico:

MISURE TERMICHE E REGOLAZIONI

(Prof. VINCENZO FERRO)

1. *Termometria industriale.*

Scale di temperatura.
Metodi di misura della temperatura.
Termometro a gas.
Termometri a dilatazione.
Termometri a variazione di pressione.
Termometri a giunti termoelettrici.
Termometri a resistenza elettrica.
Termometri a quarzo - Termistori.
Pirometri a radiazione integrale e pirometri a radiazione specifica.
Limiti di applicabilità dei vari tipi.
Particolari costruttivi.
Regole di collocamento e di impiego; accorgimenti particolari per la misura della temperatura.
Taratura dei dispositivi termoelettrici e tolleranze di misura.
Registratori termometrici.

2. *Flussimetria industriale.*

Misuratori volumetrici.
Misuratori a contrazione della corrente.
Registratori di portata.

3. *Manometria industriale.*

Manometri a liquido, metallici ed elettrici.
Taratura dei manometri e vacuometri.
Criteri di collocamento e di impiego.
Manometri per bassissime o per altissime pressioni.

4. *Calorimetria industriale.*

Misure dei calori specifici.
Misura del titolo di vapore.
Valutazione delle variazioni di entalpia dei fluidi motori e dei fluidi ausiliari negli impianti termici.
Misure di conduttività termica a bassa, media ed alta temperatura.
Misure di conduttività termica sui materiali isolanti e da costruzione.
Metodi e apparecchi di misura.
Misura del potere calorifico dei combustibili.
Apparecchi a esplosione e apparecchi a flusso continuo.

5. *Igrometria industriale*

Psicrometri e loro caratteristiche.
Igrometri elettrici, chimici, a punto di rugiada.
Criteri di collocamento e di impiego.
Taratura degli igrometri e tolleranze di misura.
Registratori igrometrici.
Misure di permeabilità al vapore acqueo nei materiali da costruzione.

6. *Dilatazione termica.*

Dilatometri termici.
Misure di laboratorio su materiali da costruzione.
Misure con apparecchi industriali.

7. Apparecchi per il controllo della combustione.

Misure occorrenti negli impianti di combustione.

Apparecchi meccanici, chimici ed elettrici per il rilievo e la registrazione dell'anidride carbonica, dell'ossigeno e degli incombusti nei gas prodotti da una combustione - Limiti di applicabilità.

Apparecchi di presa dei gas incombusti - Apparecchi di registrazione.

8. Sistemi di regolazione automatica.

Introduzione al problema della regolazione automatica.

Analogie di comportamento fra i vari sistemi fisici: elettrici, meccanici, termici, idraulici e pneumatici.

Caratteristiche e rappresentazione dei componenti per la regolazione.

Rappresentazione dei sistemi di regolazione.

Funzionamento in condizioni stazionarie.

Trasformata di Laplace e funzione di trasferimento.

Rappresentazione delle funzioni di trasferimento dei sistemi fisici.

Condizioni di stabilità: metodo del luogo delle radici, criteri di Nyquist e di Bode.

Risposte in frequenza ed in tempo.

Compensazione dei sistemi asserviti.

Cenni sulla teoria dei sistemi non lineari.

Sistemi per il calcolo analogico.

Modalità dei sistemi di regolazione - Sistemi termici, elettrici, pneumatici ed idraulici.

Prove di funzionamento.

Indirizzo a scelta: Termotecnico:

IMPIANTI SPECIALI TERMICI

(Prof. CESARE CODEGONE)

1. Centrali termiche.

Impianti di combustione.

Casi dei combustibili solidi, liquidi o gassosi.

Equazioni delle fiamme.

Irraggiamento termico delle fiamme.

Instabilità delle fiamme.

Caratteristiche dei bruciatori.

Camere di combustione - Profili di forni a riverbero.

Elementi costruttivi e dati sperimentali.

2. Impianti di riscaldamento degli edifici.

Questioni recenti relative agli impianti di riscaldamento.

Impianti a radiazione.

Impianti a convezione forzata.

Impianti a lunga distanza per il riscaldamento urbano.

Centrali termiche e loro disposizioni più opportune.

Parametri da valutare nelle prove di funzionamento.

Gli impianti di riscaldamento nell'edilizia moderna.

3. Impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria.

Dispositivi moderni di filtrazione, di trattamento termico ed igrometrico e di ricambio dell'aria.

Tipi recenti di ventilatori ad alto rendimento.

Recenti progressi negli impianti di condizionamento dell'aria, per sale di riunione, per edifici di civile abitazione e per stabilimenti industriali.

Parametri da valutare nelle prove di funzionamento.

Ventilazione di lunghe gallerie autostradali.

4. Impianti di raffreddamento per la conservazione di derrate e per la elaborazione di materiali.

Tendenze moderne nella concezione e nella disposizione degli elementi costruttivi.

Grandi magazzini frigoriferi.

Mezzi di trasporto a bassa temperatura.

Il raffreddamento per effetto termoelettrico.

Impianti a vapore acqueo.

Impianti ad assorbimento.

5. Impianti per l'ottenimento di bassissime temperature.

La liquefazione dell'aria, dell'idrogeno e dell'elio.

Processi e dispositivi adottati per tale liquefazione.

Dispositivi di smagnetizzazione adiabatica.

La depurazione dei fluidi e l'isolamento termico alle bassissime temperature, contenitori e tecniche di trasferimento.

6. Esercitazioni.

Esempi numerici e grafici di progetti di impianti; visite e rilievi sperimentali su centrali.

Indirizzo a scelta: Termotecnico:

MISURE TERMICHE E REGOLAZIONI

(Vedi Indirizzo a scelta: Metrologico).

Indirizzo a scelta: D'officina:

ATTREZZATURE DI PRODUZIONE

(Prof. GIAN FEDERICO MICHELETTI)

1. Progettazione del prodotto e disegno dei suoi particolari: criteri generali in funzione delle esigenze della lavorazione - Semplificazione - Unificazione - Specializzazione.

2. Analisi del disegno del particolare - Cicli di lavorazione e scelta del procedimento e del macchinario - Esempi di stesura di cicli di lavorazione e confronti fra metodi in alternativa - Programmazione dei materiali e delle lavorazioni: calcolo delle dimensioni ottime dei lotti di produzione - Classificazione dei processi tecnologici e metodo delle lavorazioni a gruppi - Raggruppamento dei pezzi secondo le loro caratteristiche morfologiche (classi, sottoclassi, gruppi e tipi) - Elaborazione di cicli per lavorazioni di gruppo.

3. Le principali lavorazioni ad asportazione di truciolo: tornitura, foratura, fresatura, rettificatura - Scelta dell'utensile: sua durata ed usura - Caratteristiche fisiche dei materiali: lavorabilità - Calcolo delle condizioni economiche di taglio e determinazione dei valori ottimali per i singoli parametri (v_t , v_a , p , ecc.) anche in funzione della qualità (finitura superficiale).

4. Preparazione di macchine per lavorazioni di medie e grandi serie: es. torni automatici (mono e plurimandrini); studio di un ciclo di lavorazione di un particolare sul tornio automatico - Progetto di camme, tamburi, messa in fase - Tempi e costi di produzione.

5. Collaudo dei pezzi e controllo della dispersione naturale di una macchina utensile.

6. Attrezzature - Criteri generali per il progetto di attrezzature per lavorazioni ad asportazione di truciolo e a deformazione plastica, singole o di serie - Superfici di riferimento, appoggi del pezzo - Mezzi di bloccaggio meccanici, pneumatici, idraulici, magnetici ed elettromagnetici - Mandrini porta utensili - Caricamento, orientamento, bloccaggio e alimentazione automatica del pezzo - Caricatori a gravità, a vibrazioni, mani meccaniche, dispositivi di collegamento fra macchine - Attrezzature per lavorazioni di gruppo (confronti economici).

7. Macchine a trasferta per produzioni a flusso continuo - Caratteristiche strutturali: banchi, incastellature per macchine a tavola girevole e per linee a trasferta - Teste operatrici: moti di taglio e avanzamento di tipo meccanico a camma, idraulico - Dispositivi di trasporto del pezzo - Attrezzature di riferimento e fissaggio del pezzo - Predisposizione del ciclo di lavorazione - Linee automatiche per lavorazioni raggruppate; equilibramento della macchina o della linea.

8. Il sistema produttivo e l'informazione - L'informazione: sua codificazione numerica: sistema binario e decimale-binario - Unità di informazione; quantità di informazione per definire un particolare da produrre - Supporti di informazione (nastri e schede perforati, nastri magnetici, ecc.) - Memorie: blocchi di informazioni a memoria (modelli fisici e matematici) - Elaborazione dell'informazione per le unità operatrici di produzione.

9. Macchine utensili a comando analogico e numerico (per produzione di piccole, medie, grandi serie) - Macchine con servosistemi per posizionamento di punti discreti (punto a punto) e per operazioni lungo traiettorie continue - Metodi per la conversione dei disegni e dei cicli di lavorazione in programmi codificati e loro registrazione su nastro perforato, nastro magnetico - Dispositivi adottati sulle macchine utensili a comando numerico per le misure di posizione (resistivi, induttivi, resolver lineari, sincro, inductosyn, capacitivi) e di spostamento (righe ottiche, contatori di impulsi, comparatori di fasi, ecc.) - Esempi di macchine a comando numerico con servosistemi per integrazione del ciclo automatico (cambio automatico degli utensili, selezione dei pezzi prodotti secondo le quote ottenute) - Confronti e scelte economiche fra macchine utensili a comando numerico e macchine di tipo tradizionale.

10. Nuove tecnologie; procedimenti di lavorazione: elettrici, elettrochimici, ottici - Lavorazioni ad elettroerosione EDM (Electro Discharge Machining) - Lavorazioni elettrochimiche ECM (Electro Chemical Machining) - Fresatura chimica - Rettificazione con ausilio elettrolitico - Formatura elettromagnetica EMF (Electro Magnetic Forming) - Laser e lavorazioni a fascio elettronico - Ultrasuoni.

Esercitazioni.

A complemento degli argomenti svolti nel corso delle lezioni, gli allievi sono tenuti ad eseguire esercitazioni su problemi che si riferiscono alla progettazione di attrezzature per macchine utensili.

A questo scopo sono state scelte alcune attrezzature d'impiego molto frequente nella pratica d'officina.

Programma delle esercitazioni.

Calcolo e disegno di un utensile di forma.

Calcolo e disegno delle camme necessarie alla produzione di un particolare meccanico su un tornio automatico a torretta monomandrino (Index) - Calcolo del costo di produzione del particolare.

Calcolo e disegno delle camme atte alla produzione di un particolare meccanico su un tornio automatico a sei mandrini (Acme - Gridley).

Confronto economico tra due cicli di lavorazione per la produzione di un mesesimo particolare.

Progetto e disegno di un attrezzo per una lavorazione di serie.

Disegno di uno stampo per tranciatura.

Indirizzo a scelta: D'officina:

COMANDI E REGOLAZIONI

(Prof. PIER GIORGIO PEROTTO)

1. Introduzione.

Nozione di « *informazione* » e di macchine per la elaborazione della informazione in contrapposizione alle macchine classiche che elaborano energia - Esempi di processi di elaborazione della informazione.

2. Parte I — Servosistemi ad azione continua.

2a Nozioni preliminari, simbologia e organi essenziali di un servosistema - Esempio di telecomando.

2b Servosistemi a circuito aperto e a retroazione.

2c Teoria della trasformazione di Laplace.

2d Applicazione delle trasformazioni di Laplace allo studio dei servosistemi - Concetto di funzione di trasformazione di un sistema.

2e Risposta di un sistema in regime periodico - Caratteristiche di frequenza.

2f Concetto di stabilità dinamica - Criterio di Nyquist per i sistemi a retroazione.

Applicazioni del criterio a regolatori di velocità, telecomandi ecc.

2g Componenti elementari dei servosistemi:

Generatori elettrici ruotanti, dinamo, rototrol, ecc.

Motori elettrici a spazzole e a induzione.

Sistemi idraulici di comando; sistemi a copiare (torni); sistemi sensitivi.

Reti elettriche passive.

Diodi.

Triodi e pentodi a vuoto spinto; circuiti di amplificazione; circuiti equivalenti per piccole variazioni delle tensioni di ingresso - Caratteristiche grafiche.

Tubi a gas a catodo caldo; tyatron - Regolazione della corrente in carichi di tipo industriale - Esempi: controllo della saldatura; controllo di durata e intensità di correnti per applicazioni di officina.

Tubi a vapore di mercurio - Applicazioni.

Teleruttori, relè e apparecchiature elettro-meccaniche di comando.

2h Classificazione dei sistemi a retroazione in funzione del comportamento statico - Esempi.

2i Proprietà della rappresentazione della funzione $G, (iw)$ nel piano complesso - Applicazione alla sintesi (progetto e dimensionamento) di un servosistema.

2l Sistemi a retroazione con più ingressi.

2m Grado di statismo - Sistemi astatici.

2n Cenni al funzionamento dei sistemi in regime transitorio - Uso di calcolatori analogici.

3. Parte II. — Sistemi di tipo numerico (*Digital System*).

3a Rappresentazione della informazione nei sistemi numerici.

3b Codificazione numerica della informazione; sistemi binario e decimale.

3c Definizione di quantità di informazione; suo calcolo e applicazioni.

3d Nozioni di algebra logica - Operazioni logiche fondamentali; identità; semplificazione di espressioni logiche - Elementi logici universali; la funzione *nor*.

3e Equazioni logiche e schemi logici - Rappresentazioni di macchine mediante schemi od equazioni logiche.

3f Macchine di tipo combinatorio e sequenziale - Nozione di memorizzazione della informazione - Equazioni di transizione e diagrammi sequenziali.

3g Elementi logicamente definiti di macchine numeriche:

circuiti di equivalenza;

circuiti sommatore aritmetici (parziale e completo);

circuiti per contatori in codice binario e decimale;

esempi di macchine sequenziali più complesse.

3h Realizzazione con elementi elettromeccanici di operatori logici - Relè.

3i Realizzazione con semiconduttori (diodi e transistori) di operatori logici - *And* e *or* a diodi; invertitori logici a transistori; *nor* a diodi; ecc.

3l Struttura fisica dei supporti di informazione - Nastri e carte perforati; nastri magnetici; memorie di tipo magnetico.

3m Notizie di programmazione - Schema elementare di programma per un elaboratore generico semplificato - Struttura schematica di calcolatrice numerica di tipo universale.

3n Schema generale della organizzazione di una macchina operatrice con governo numerico e programma.

3o Conversione della informazione da numerica a continua (od analogica) e viceversa.

Indirizzo a scelta: Automobilistico:

COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE

(Prof. ALBERTO MORELLI)

I Parte.

Resistenze che si oppongono al moto dei veicoli su strada:

a) Resistenza al rotolamento - Espressioni empiriche e risultati sperimentali - Sistemi di misura delle resistenze al rotolamento - Fenomeni vibrazionali che si presentano nei pneumatici ad alta velocità - Schematizzazione teorica del fenomeno.

b) Resistenza aerodinamica - Sua espressione e metodi sperimentali di determinazione del coefficiente di resistenza aerodinamica - Principali parametri che influenzano il coefficiente di resistenza aerodinamica - Effetto di talune carenature.

c) Resistenza per superare una pendenza.

Potenze necessarie al moto in funzione della velocità di marcia - Utilità del loro tracciamento in diagramma logaritmico.

Potenze disponibili per il moto - Loro combinazione con le potenze necessarie e calcolo delle prestazioni del veicolo - Calcolo dei rapporti di trasmissione.

Avisamento del veicolo - Definizione e calcolo delle masse apparenti traslanti e rotanti del veicolo - Definizione e calcolo della velocità e del tempo di avvia-

mento - Considerazioni qualitative - Fattori che influenzano la velocità e il tempo di avviamento - Esempi numerici.

Frenatura del veicolo - Parametri che influenzano il coefficiente limite di aderenza - Coefficiente di frenatura, sua definizione e fattori interni ed esterni che lo influenzano - Calcolo degli spazi di frenatura.

Moto curvilineo del veicolo - Limite di velocità allo slittamento ed al ribaltamento.

II Parte.

Il pneumatico - Nomenclatura delle sue parti - Generalità sulla struttura dei pneumatici - Pneumatici convenzionali e pneumatici radiali - Forze nel contatto con il suolo - Definizione del coefficiente di deriva, di autoallineamento e della spinta di campanatura - Diagrammi funzionali - Diagramma di Gough.

La sospensione - Generalità ed esigenze che impongono l'adozione della sospensione negli autoveicoli - La monosospensione elastica e smorzata ad un grado di libertà e a due gradi di libertà - Curve di risposta a regime ad eccitazione di ampiezza costante e frequenza variabile - Valore ottimo del coefficiente di smorzamento secondo Bourcier de Carbon - Vari tipi di sospensione generalmente adottati - La sospensione del veicolo a 7 gradi di libertà - Centri di rollio e di beccheggio e sistemi per limitare gli angoli di rollio e di beccheggio - Proporzionamento della sospensione.

Il telaio - Telai separati dalla carrozzeria e carrozzerie a struttura portante - Esigenze delle strutture delle carrozzerie - Sollecitazioni nelle strutture - Comportamento statico e a fatica - Prove convenzionali atte alla verifica delle strutture - Accorgimenti adottati e proposti ai fini della sicurezza.

Il freno - Il freno a ceppi - Determinazione del coefficiente di servofrenatura - Il freno a disco - Il freno a nastro - Dispersione in calore del lavoro di frenatura - Confronto fra i vari tipi di freno adottati - Guarnizioni frenanti - Il comando di frenatura - Servofreni - Costruzione e proporzionamento del sistema frenante.

Lo sterzo - Esigenze della sterzata e soluzioni approssimate (Ackermann-Fiala-Gough) - La sterzata su più di un assale - Servosterzi.

La frizione - Vari tipi di frizione a disco - Giunti idraulici - Proporzionamento dei vari organi.

Il cambio - Principali tipi di cambi ad ingranaggi - Determinazione delle coppie per il calcolo delle dentature - Il sincronizzatore; coppia di sincronizzazione e coppia di centratura - Condizioni preliminari sulle trasmissioni automatiche - l'Overdrive, pregi e difetti - Principali metodi adottati per la regolazione della marcia nei cambi automatici in funzione della corsa dell'acceleratore - Fattori funzionali da mettere in conto nella scelta della regolazione ottima - Il cambio tipo Hydro-matic, suoi pregi e difetti - Il convertitore di coppia, sue caratteristiche funzionali - Il convertitore tipo Dynaflo - Importanza delle ruote libere nelle paletture - Confronto funzionale con un cambio ideale e con l'Hydramatic.

Il differenziale - Vari tipi adottati - Differenziali autobloccanti.

I giunti - Descrizione dei vari tipi maggiormente adottati.

III Parte.

Stabilità direzionale dell'autoveicolo:

a) Stabilità direzionale in condizioni di marcia lontane dal limite d'aderenza - Definizione di stabilità a comandi liberi e a comandi bloccati - Modello matematico del veicolo - Equazioni del moto considerando il veicolo capace di tre gradi di libertà - Esempi di soluzioni - Schema semplificato a due soli gradi di libertà - Velocità critica - Risposta a regime ad una forza laterale e ad una coppia imbarcante - Discussione sulla risposta a regime - Effetto dell'azione di raffiche di vento laterale - Influenza sulla stabilità direzionale della correzione del guidatore - Effetto dell'accoppiamento sterzo-rollio.

b) Cenni sulla stabilità direzionale in condizioni di marcia vicine al limite d'aderenza - Calcolo dei coefficienti di aderenza centripeta locale in funzione di vari valori del coefficiente di aderenza globale di frenatura.

Comportamento del veicolo in curva - Definizioni di sovrasterzata e sotto-sterzata - Significato e differenze delle due principali definizioni - Effetto della trazione anteriore e posteriore sul comportamento in curva a regime e in transitorio - Cenni sull'effetto dei momenti giroscopici delle ruote e del motore.

Cenni sui sistemi di raffreddamento dei motori principalmente adottati negli autoveicoli.

Cenni sui sistemi in uso per combattere l'inquinamento atmosferico dovuto al traffico degli autoveicoli.

Cenni sui principali rimedi in uso per ridurre la rumorosità all'interno ed all'esterno degli autoveicoli.

Cenni sul problema della sicurezza - Schematizzazione del funzionamento delle cinture di sicurezza nella fase di urto (frontale).

Indirizzo a scelta: Automobilistico:

TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Civile).

CORSO PER LA LAUREA IN INGEGNERIA MINERARIA

(PIANO STUDI TRANSITORIO)

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

CHIMICA APPLICATA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

N.B. Gli studenti iscritti al 3° anno nel 1966-67 seguiranno questo insegnamento nel 1967-68, durante il loro 4° anno.

GEOLOGIA

(Prof. GIOVANNI CHARRIER)

Parte I — *Geologia generale.*

La terra nel Cosmo - Cenni sulla struttura dell'Universo (modello stazionario e modello evolutivo) - Ipotesi sull'origine del sistema solare, della Terra e della Luna.

Forma e dimensioni della Terra - Definizione e metodi di studio del geode.

Schema di ripartizione della Terra in involucri (atmosfera, idrosfera, biosfera, litosfera, mantello) circondanti il nucleo - Illustrazione delle caratteristiche geologiche dell'atmosfera, dell'idrosfera e della biosfera - Cenni sulla loro origine e storia.

Il problema della ricostruzione della struttura interna della Terra - Raffronti tra densità media della Terra e densità della litosfera - Indicazioni dettate dallo studio dei materiali meteoritici: composizione, classificazione e interpretazione delle meteoriti alla luce delle più recenti ricerche - Apporti delle indagini geosismiche alla risoluzione del problema: significato dei terremoti, trasmissione delle onde sismiche attraverso la Terra, superfici di discontinuità sismica (del Mohorovicic, del Gutenberg-Wiechert ecc.) - Esame del modello strutturale di Terra proposto dal Bullon.

Variazioni di temperatura e pressione all'interno della Terra - Gradiente e grado geotermico - Il valore del flusso di calore nei continenti e sul fondo degli oceani - Ipotesi delle correnti di convezione del mantello - Densità e pressione nel mantello e nel nucleo terrestri.

Lineamenti geologici della litosfera - Composizione chimica e mineralogica: sial e sima; elementi chimici costituenti essenziali ed elementi minori; cenni sulle regole di vicinanza del Goldschmidt; i minerali edificatori della litosfera e i loro assetti reticolari - Le strutture della litosfera in grande: compartimenti della crosta di tipo continentale (regioni di scudo e di piattaforma, bacini di subsidenza e fosse tettoniche, aree fratturate), di tipo « geosinclinale » (regione eugeosinclinale e regione miogeosinclinale secondo Aubouin, solchi geosinclinali e dorsali geosinclinali, « back-deep », « fore-deep », « intra-deep ») e di tipo oceanico (dorsali mediooceaniche e loro « rift », allineamenti di « guyots », « pitons » e « seamounts »).

Principi e ipotesi della Geologia teorica - Analisi del principio dell'attualismo - Suo significato e limiti di applicazione - Gli stati intermedi - Il principio dell'isostasi - Compensazione isostatica secondo Pratt, Airy, Heiskanen - I movimenti dei blocchi crostali alla luce del principio isostatico - Anomalie di gravità - Rassegna delle principali ipotesi tettoniche: contrazionismo classico e gravitativo, traslazioni orizzontali della crosta (« continental drift » del Wegener, teorie delle correnti di convezione del mantello e dell'espansione del nucleo terrestre), teoria della permanenza delle aree continentali e dei ricettacoli oceanici (Cloos) - Nozione di ciclo geotettonico (fasi di gliptogenesi, litogenesi e tettonogenesi) - Il fattore tempo in Geologia - Il concetto di plasticità nel tempo applicato ai materiali della litosfera.

Parte II — *Geodinamica esterna (Geologia esogena).*

Degradazione meteorica o alterazione superficiale delle rocce - Studio dei fattori condizionanti la disgregazione fisica e l'alterazione chimica delle rocce - Degradazione cumulativa.

La gliptogenesi - Aspetti del modellamento delle terre emerse in regioni a erosione normale, in aree desertiche, in aree glaciali e periglaciali, lungo i litorali marini, in aree di affioramento di rocce calcaree o gessose (carsismo) - Il ciclo gliptogenetico o di erosione - Caratteri dello stadio giovanile dell'evoluzione del rilievo continentale, dello stadio maturo, dello stadio senile e dello stadio terminale o di peneplano - Ringiovanimento del rilievo - Morfologie riesumate - Rassegna e classificazione delle più importanti forme del rilievo: forme pianiziali (pianure e peneplani), altopiani, forme montuose (montagne di accumulo, montagne di corrugamento, montagne a blocchi, montagne di erosione).

La sedimentazione - Aspetti del rimaneggiamento superficiale dei materiali della litosfera - Sedimentazione detritica (clastica o terrigena), sedimentazione chimica, organogena ed organica - Costruzioni biogene di tipo corallino (« bioermi ») - Studio degli ambienti di sedimentazione: sedimentazione continentale (detritica, alluvionale, fluvio-lacustre, glaciale, desertica, residuale), di transizione (deltizia, maremmana, salmastra) e marina (litorale, neritica, pelagica) - Il fenomeno della riserdimentazione sui fondi marini, per effetto delle correnti di torbida: olistostrome e olistoliti - Il ciclo di sedimentazione: trasgressioni e regressioni marine; « hard ground », discontinuità e discordanze; lacune stratigrafiche - L'evoluzione dell'assetto delle terre emerse nel vasto quadro del ciclo geologico, comprendente le fasi di litogenesi, di orogenesi e di gliptogenesi.

Parte III — Geodinamica interna (Geologia endogena).

Analisi dei fattori condizionanti le deformazioni crostali e loro studio di laboratorio - Sollecitazioni radiali o verticali e sollecitazioni tangenziali od orizzontali - Geometria delle deformazioni continue o di tipo plastico (inclinazione regionale, terrazze tettoniche, anticlinali e sinclinali, anticlinori, sinclinori, duomi, bacini) e delle deformazioni discontinue o di tipo rigido (litoclasti, faglie) - Milonisi - Il fenomeno del diapirismo e il suo interesse giacimentologico - Tettonica di copertura e tettonica del basamento - Tettonica da scivolamento gravitativo - Microtettonica.

Definizione di magma - Il problema del luogo di provenienza dei magmi - Differenziazione magmatica - Magmatismo profondo (plutonismo): plutoni (batoliti o corpi sottogiacenti, corpi iniettati concordanti e discordanti) - Magmatismo di superficie (vulcanismo): vulcani da eruzione centrale (a scudo, stratovulcani e vulcani di cenere), da eruzione lineare e da eruzione areale; subvulcani (laccoliti); i materiali emessi dai vulcani (tufiti, ignimbriti e lave); aspetti secondari del vulcanismo - Cicli magmatici e minerogenici - Relazioni intercedenti tra attività magmatica e tettonismo.

Metamorfismo delle rocce - Metamorfismo* di contatto (locale), dinamometamorfismo e metamorfismo regionale - Sequenze metamorfiche e zone di metamorfismo - Le migmatiti - Anatessi - Palingenesi - Polimetamorfismo - Retromorfismo - Il problema petrogenetico dei graniti.

Parte IV - Geologia storica e regionale.

Geocronologia assoluta - Datazione dei minerali costituenti le rocce con metodi basati sul decadimento dei nuclei di elementi radioattivi - Età minima dell'Universo - Età dei materiali più antichi della litosfera (serie di Bulawayo) - Cenni sull'impiego di speciali metodi di datazione (potassio-argo, carbonio radioattivo, fluoruro di calcio, conteggio delle varve).

Datazioni relative - Principio di sovrapposizione e principio di correlazione sulla base del criterio litologico e del criterio paleontologico - Origine della vita ed evoluzione degli organismi viventi - Fossilizzazione - Unità litostratigrafiche (formazioni), unità biostratigrafiche (zone paleontologiche), unità cronologiche e cronostatigrafiche - Illustrazione della tabella stratigrafica.

Lineamenti di storia geologica - Arcaico - I tempi fossiliferi (Paleozoico, Mesozoico, Terziario, Quaternario o Antropozoico) - Cenni di paleogeografia e di paleoclimatologia, con particolare riferimento all'evoluzione climatica quaternaria (fasi glaciali e interglaciali; il fenomeno delle glaciazioni e il problema delle sue cause).

Elementi di geologia regionale italiana con particolare riferimento agli edifici tettonici delle Alpi e degli Appennini.

Parte V - Geologia di campagna e stratimetria.

Il rilevamento geologico - Attrezzatura di campagna del geologo - Guida al rilevamento sul terreno - Raccolta dei dati, studio del materiale, elaborazione e raccordo delle osservazioni - Lettura e levata delle carte geologiche - Fotogeologia.

Elementi di stratimetria e di disegno geologico - Problemi di stratimetria e loro applicazione in campo geominerario - Costruzione di profili geologici e di stereogrammi.

Parte VI - Geologia applicata ai problemi di tecnica mineraria e di prospezione.

Elementi di meccanica dei terreni - Classificazione geotecnica dei materiali della litosfera - Condizioni di stabilità dei versanti - Le frane.

Proprietà tecnologiche delle rocce: peso specifico, peso di volume, porosità, capacità di imbibizione, proprietà termiche, modulo di elasticità, resistenza alla compressione, all'urto, alla trazione, alla flessione, all'usura - Le rocce come materiale da costruzione - Durezza delle rocce in opera.

Elementi di geoidrologia - Principali proprietà idrologiche del terreno - Terreni permeabili ed impermeabili - Circolazione delle acque nei terreni permeabili per porosità - Morfologia della superficie freatica - Falde acquifere - Regime delle falde acquifere profonde - Circolazione delle acque nei terreni permeabili per fessurazione - Ricerche d'acqua - Cenni sui bacini di ritenuta.

Elementi di prospezione geomineraria - Definizione di giacimento - Esplorazione geologica a largo raggio - Prospezione propriamente detta (prospezione superficiale) - Geometrizzazione del giacimento (prospezione profonda) mediante sondaggi geognostici o con metodi geofisici - Valutazione del giacimento (stima delle riserve) - Esempi di prospezione per minerali ferrosi, per minerali radioattivi, per idrocarburi, ecc.

Esercitazioni.

A) Esercitazioni di laboratorio.

Riconoscimento macro e microscopico di rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche di particolare interesse come materiali costituenti la litosfera.

Esercizi di lettura e interpretazione della carta geologica.

Esercizi di stratimetria.

Esecuzione di profili geologici.

Rassegna dei principali gruppi di fossili guida.

Esercizi di determinazione di materiale paleontologico.

Isolamento e studio di faune a Foraminiferi su carote di sondaggi geognostici.

Analisi palinologica di torbe e argille lacustri.

B) Esercitazioni sul terreno.

Osservazioni geognostiche.

Raccolta di campioni di rocce e di fossili.

Misura degli elementi di definizione di superfici strutturali con la bussola da geologo.

TECNOLOGIE MINERARIE

(Programma del corso per il III anno, valido a partire dall'a. a. 1966-1967)

(Prof. RENATO MANCINI)

Introduzione. — Scopi e limiti del corso.

Richiami di litologia: nozioni essenziali sulle caratteristiche tecnologiche delle rocce e sui requisiti di impiego relativi nelle diverse applicazioni pratiche.

L'abbattimento delle rocce: definizioni e nomenclatura, finalità, fasi successive del lavoro di abbattimento.

Nozioni generali sulle proprietà delle rocce e sulle caratteristiche delle formazioni rocciose condizionanti la scelta dei mezzi e metodi di abbattimento; influenza delle caratteristiche geometriche e della ubicazione del cantiere.

L'abbattimento con esplosivi. — Nozioni generali e notizie storiche.

Metodi e macchine per la perforazione dei fori da mina di piccolo diametro e di grande diametro.

Analisi del meccanismo di disgregazione della roccia e di spurgo dei detriti nei vari casi.

Studio meccanico di alcuni tipi di macchina perforatrice (martelli perforatori, perforatrici a rotazione, perforatrici a rotopercolazione).

Cenni su metodi speciali di perforazione: perforazione termica; perforazione idraulica a getto.

Esplosivi da mina: definizioni e nomenclatura tecnica.

Tipi di reazione esplosiva; chimica e termodinamica degli esplosivi.

Classificazione merceologica degli esplosivi e saggi sugli stessi.

Artifici, loro descrizione, controllo, modalità di impiego.

Norme di legge sulla conservazione, trasporto ed impiego degli esplosivi: depositi di esplosivi a giorno e sotterranei.

Criteri per la disposizione ed il calcolo delle cariche in lavori di mina.

Modalità di caricamento e brillamento delle mine: mine ordinarie, grandi mine cilindriche, mine a fondo allargato, a camera, a tunnel, progressive; brillamento a miccia ordinaria, elettrico, misto.

Impiego degli esplosivi nell'abbattimento secondario; cariche cave.

Cenni sui prospettati impieghi minerari di esplosivi nucleari.

L'abbattimento senza esplosivi. — Nozioni generali, evoluzione dei mezzi e metodi.

Abbattimento con attrezzi manuali: descrizione, campo di impiego.

Abbattimento a giorno di materiali coerenti duri con particolari esigenze circa la geometria dell'abbattuto: richiami sui requisiti tecnologici dei marmi, graniti, pietre ornamentali; metodi per il taglio al monte di detti materiali: taglio col filo elicoidale, con perforatrici, con cunei, con martinetti idraulici, con seghe, con la fiamma.

Abbattimento di materiali coerenti duri e semicoerenti senza particolari requisiti circa la geometria dell'abbattuto: abbattimento con scarificatori, abbattimento termico.

Abbattimento di materiali semicoerenti ed incoerenti a giorno: escavatori, ruspe, draglines, scrapers, benne mordenti; abbattimento con getti d'acqua.

Dragaggio idraulico e meccanico di materiali incoerenti o semicoerenti da depositi sommersi.

Abbattimento senza esplosivi in sottterraneo: campo di applicabilità, problemi particolari posti dalla ubicazione sotterranea dei cantieri.

Attrezzi meccanici individuali per l'abbattimento: martelli picconatori.

Abbattimento con fluidi in pressione.

Macchine per l'abbattimento del carbone e dei sali: Tagliatrici a catena, a barra dentata, a disco; tagliatrici integrali; piallatrici; cenni sui minatori continui.

Sondaggi. — Generalità; scopi delle operazioni di sondaggio, evoluzione della tecnologia relativa.

Classificazione dei metodi e delle macchine per lavori di sondaggio.

Sonde per prelievo di testimonio in rocce dure.

Sondaggi in terreni teneri od incoerenti, con o senza prelievo di testimoni: sondaggi per ricerche d'acqua, per accertamento di caratteristiche geotecniche, per operazioni di drenaggio, ecc.

Sondaggi profondi (per ricerca o coltivazione di minerali fluidi o fluidificabili): problemi particolari e metodi.

Sonde a percussione per perforazione profonda.

Sonde ROTARY: descrizione della macchina e delle installazioni relative; manovre e operazioni tipiche; operazioni di rivestimento, cementazione, sistemazione della bocca del pozzo; problemi operativi e di sicurezza, incidenti; perforazione deviata.

Installazioni per la perforazione fuori costa: notizie generali.

Perforazione con turbosonde: notizie generali.

Cenni sulle macchine per perforazione di grandissimo diametro, per lo scavo completamente meccanizzato di pozzi e fornelli di miniera.

Esercitazioni.

Studio meccanico di martelli perforatori e perforatrici a rotazione - Scomposizione, ricomposizione, disegno di particolari di macchine perforatrici.

Prove pratiche di perforazione con martelli perforatori.

Determinazione sperimentale di caratteristiche di perforabilità di rocce.

Studio chimico e termochimico di esplosivi industriali per la deduzione in via teorica delle principali caratteristiche tecnicamente interessanti.

Progettazione di circuiti di brillamento.

Progettazione di massima di depositi di esplosivi.

Progettazione di massima di impianti per il taglio di marmi.

Studio meccanico di macchine per lo scavo di materiali semicoerenti od incoerenti; progettazione di massima di impianti fissi o semifissi di scavo.

Studio meccanico di martelli picconatori, di macchine tagliatrici e piallatrici.

Studio meccanico di sonde per piccola e grande profondità; disegno e dimensionamento di particolari delle stesse; studio statico di torri di perforazione; calcolo delle sollecitazioni nelle aste e nei rivestimenti; studio del circuito del fango di perforazione.

MINERALOGIA

(Gli studenti che non lo avessero già seguito, sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico).

IV ANNO

MACCHINE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

ARTE MINERARIA

(Prof. LELIO STRAGIOTTI)

Parte I - Caratteristiche tecniche dei giacimenti - Ricerca mineraria.

Caratteri generali dell'industria mineraria - Nomenclatura relativa ai lavori estrattivi.

Considerazioni introduttive - Caratteristiche geomorfologiche dei depositi di minerali solidi, litoidi, metalliferi e combustibili: le rocce utili e le relative proprietà - Corrispondenti caratteristiche generali dei depositi di idrocarburi.

La ricerca mineraria: problemi generali di campionatura; mezzi ed opere per l'individuazione e la valutazione dei depositi utili.

Problemi di cubatura nell'ambito delle cave e miniere tradizionali - Cenno ai corrispondenti problemi per il bilancio volumetrico di giacimenti a gas e ad olio.

Parte II - L'abbattimento delle rocce.

Il problema generale dell'abbattimento delle rocce nel quadro della coltivazione mineraria ed i relativi aspetti economici e finanziari.

I fattori tecnici dell'abbattimento: manodopera e salari; mezzi ed energie; rocce - Organizzazione del lavoro: unità di lavoro, cicli e diagrammi di lavoro.

Caratteristiche di resistenza delle rocce reali e di modelli ideali: curve intrinseche.

Caratteri peculiari delle rocce nei riguardi dell'abbattimento: il problema dell'attacco e del distacco delle medesime dalla loro sede naturale e del caricamento dell'abbattuto - Quadro generale dei mezzi individuali e delle macchine impiegati a giorno ed in sotterraneo.

L'abbattimento senza uso di esplosivi.

L'abbattimento di rocce coerenti dure, a giorno, mediante taglio con filo elicoidale e con cunei - L'abbattimento col fuoco.

L'abbattimento ed il caricamento di rocce coerenti tenere a giorno: escavatori a cucchiaia; escavatori a tazze, a ruota; estorbatrici; scarificatori; monitors, ecc.

L'abbattimento ed il caricamento (con eventuale trasporto locale) di rocce pseudocoerenti o sciolte, a giorno: mezzi a lama raschiante, a benna trainata e sospesa, draghe a tazze ed a suzione.

L'abbattimento con mezzi impiegati prevalentemente in sotterraneo in rocce coerenti, anche in parte distaccate o fessurate: martelli picconatori, fluidi in pressione.

Macchine tipiche per cantieri di coltivazione sotterranea, in rocce coerenti: sottoscavatrici, tagliatrici, piallatrici, escavatrici integrali, ecc.: esame critico e comparativo della loro funzione per l'abbattimento - Cenno a fresatrici integrali per avanzamenti frontali in gallerie e pozzi.

Minatori continui - Cenno all'automazione del lavoro di abbattimento in sotterraneo.

Il caricamento dell'abbattuto nel sotterraneo - Attrezzature connesse od incorporate con tagliatrici, piallatrici, escavatrici e fresatrici integrali - Attrezzature varie indipendenti (pale meccaniche caricatrici, scrapers, becchi d'anatra e canali oscillanti, caricatori continui).

L'abbattimento delle rocce con gli esplosivi.

Caratteristiche e proprietà tecniche degli esplosivi convenzionali - Esplosivi deflagranti, dirompenti e detonanti; esplosivi semplici e miscele esplosive di uso corrente; esplosivi per impieghi speciali; esplosivi all'aria liquida - Saggi convenzionali; stazioni di prova.

Micce, inneschi e ritardi - Notizie sull'impiego degli esplosivi - Norme sulla costruzione e l'esercizio dei depositi di esplosivi.

Lavoro compiuto dagli esplosivi ai fini dell'abbattimento; determinazione delle cariche - Disposizioni e caricamento delle mine in gallerie pozzi e cantieri - Mine speciali e grandi mine.

Considerazioni critiche conclusive e dati relativi all'abbattimento in cantieri a cielo aperto ed in sotterraneo.

Cenno all'impiego di esplosivi nucleari.

Parte III - Le pressioni dei terreni e la statica degli scavi.

L'equilibrio degli scavi e la funzione delle armature: considerazioni introduttive e definizioni generali; l'influenza del tempo nei confronti delle condizioni di equilibrio.

Analisi delle condizioni naturali di equilibrio esistenti nei terreni prima degli scavi.

Evoluzione dell'equilibrio e distribuzione delle pressioni nei terreni in seguito all'apertura di scavi singoli ad asse verticale, orizzontale, inclinato e di sezione cir-

colare, ellittica, qualunque - Condizioni di equilibrio per un masso semi-indefinito in regime elastico o con rocce localmente in stato di distensione.

Estensione dei risultati a rocce e terreni qualsiasi, omogenei o stratificati, ed a scavi di forma qualunque, anche moltiplicemente connessi; la fessurazione indotta dagli scavi nei terreni coerenti limitrofi - Il caso dei terreni incoerenti.

Misura delle pressioni e delle deformazioni in sotterraneo: prove su modelli. Analisi delle armature e dei rivestimenti: caratteristiche generali dei materiali impiegati - Armature provvisorie e definitive, deformabili e rigide: tipi fondamentali.

Armature tradizionali: attuazioni varie in legno ed attuazioni con elementi metallici.

Attuazioni nel campo delle butte metalliche - Tipi tradizionali e tendenze - Le armature semoventi - Cenno dei sistemi di telecomando, per l'automazione integrale del lavoro nei cantieri sotterranei.

I rivestimenti metallici stagni - I rivestimenti murari - Notizie particolari sui rivestimenti di pozzi.

Le armature sospese; il bullonaggio delle rocce - Stati di coazione nei terreni determinati dalle armature.

Fenomeni speciali connessi all'estrinsecarsi delle pressioni nei terreni - I colpi di tensione - L'influenza della presenza di gas.

Evoluzione dell'equilibrio dei cantieri di coltivazione - La meccanica dei terreni in stato di distensione - L'influenza delle coltivazioni preesistenti ed i movimenti dei terreni.

Influenza delle pressioni dei terreni nei confronti dell'abbattimento e della coltivazione - Utilizzazione delle pressioni dei terreni.

I cedimenti dovuti alle coltivazioni minerarie: studio della loro evoluzione nel tempo e definizione dei massicci di protezione.

Parte IV - Organizzazione dello scavo di vie e di cantieri.

Considerazioni complementari sul maneggiamento del minerale ed il caricamento dell'abbattuto nei cantieri a giorno ed in sotterraneo e negli avanzamenti - Cenni sui connessi mezzi di trasporto di cantiere.

Organizzazione dello scavo di gallerie di miniera di sezione normale, in formazioni rocciose compatte, ed in terreni coerenti, franosi, fluenti ed acquiferi.

Organizzazione dello scavo di gallerie di grande sezione in formazioni rocciose compatte ed in terreni coerenti, franosi, fluenti ed acquiferi.

Organizzazione dello scavo di pozzi: in formazioni compatte di rocce coerenti dure ed in terreni resistenti, con eventuale eduazione; in terreni franosi o sciolti (in particolare con i metodi dei marciavanti, delle piccole riprese, dell'anello tagliente); in terreni acquiferi (in particolare con i metodi dell'aria compressa, della cementazione, della congelazione, a livello pieno).

Scavo di pozzi e fornelli in rimonta; allargamento ed approfondimento di pozzi in esercizio.

Organizzazione del lavoro nei cantieri di coltivazione sotterranea - Tipi di organizzazione fondamentali; evoluzione e tendenze attuali, in funzione della meccanizzazione e della connessa possibilità di automatizzare le operazioni fondamentali.

Parte V - Coltivazione di giacimenti con metodi tradizionali e con diretto accesso dell'uomo.

Fattori determinanti l'organizzazione di una coltivazione mineraria a giorno ed in sotterraneo con diretto accesso dell'uomo - Limiti di coltivabilità a giorno ed in sotterraneo.

Importanza ed influenza degli impianti e dei servizi di miniera in relazione alla coltivazione: loro caratteri differenziali per le coltivazioni a giorno e per quelle in sotterraneo - Cenni sui problemi di trasporto del minerale, di ventilazione dei cantieri, di eduazione delle acque e di illuminazione.

L'organizzazione delle coltivazioni a giorno: esame critico delle relative peculiarità; classificazione dei metodi e dettagli sulla loro impostazione.

Notizie particolari sulle coltivazioni a giorno di rocce incoerenti e di rocce coerenti tenere - Coltivazione di alluvioni - Organizzazione della coltivazione di formazioni estese.

Notizie particolari sulle coltivazioni a giorno di rocce coerenti dure, abbattute senza vincoli speciali di pezzatura - Esame di metodi in rapporto alle condizioni topografiche dei giacimenti ed alla configurazione della fronte.

Coltivazioni di marmi e di rocce ornamentali; problemi specifici di organizzazione e di abbattimento.

L'organizzazione delle coltivazioni in sotterraneo: criteri generali, scelta degli accessi, coordinamento dei lavori di grande preparazione, dei tracciamenti, degli abbattimenti di coltivazione.

Classificazione dei metodi di coltivazione, in relazione ai tipi di rocce formanti il giacimento, alle modalità di abbattimento e di trasporto, alle caratteristiche topografiche dei giacimenti, alle modalità di sostegno generale degli scavi.

Metodi di coltivazione in sotterraneo per vuoti: caratteristiche generali e condizioni di applicabilità in giacimenti di piccola potenza e di grande potenza - Esempificazioni varie (in particolare: per camere e pilastri, con diaframmi, a magazzino, per sottolivelli, ad imbuto).

Metodi di coltivazione in sotterraneo per scoscendimento: generalità sulle frane, sul loro comportamento e sul loro controllo.

Caratteristiche delle coltivazioni con scoscendimento del tetto - Ripresa di coltivazioni per vuoti: metodi misti - Applicazioni con riferimento alla forma ed alle giaciture degli adunamenti (coltivazioni con pilastri corti o lunghi, per camere e diaframmi, coltivazioni per lunghe fronti e longwall, coltivazioni per sottolivelli, coltivazioni per fette orizzontali ed inclinate).

Caratteristiche delle coltivazioni per scoscendimento del minerale - Metodi per frana a blocchi - Considerazioni conclusive sull'evoluzione dei metodi per frana e sulle tendenze attuali.

Metodi di coltivazione in sotterraneo con ripiena: generalità sulle ripiene, sulle loro caratteristiche e sulla loro sistemazione.

Applicazione delle coltivazioni con riempimento, con riferimento alla forma ed alle giaciture caratteristiche degli adunamenti (per lunghe fronti in direzione o secondo pendenza; per fette orizzontali, inclinate, verticali; per gradini rovesci in giacimenti stratiformi; stossbau): considerazioni conclusive sull'evoluzione dei metodi per ripiena e sulle tendenze attuali.

Sintesi critica sugli orientamenti moderni per la condotta delle coltivazioni sotterranee - Cenno delle operazioni di spigolamento, spoglio e ripresa dei giacimenti.

Parte VI - Coltivazione di giacimenti senza diretto accesso dell'uomo o con metodi speciali.

Coltivazioni di fluidi:

La coltivazione degli idrocarburi: criteri generali di organizzazione di un campo per gas ed olio per i differenti tipi di giacimenti - Produzione primaria e produzione secondaria - Cenno a problemi speciali ed alle coltivazioni per gallerie.

Sistemazione dei pozzi per la produzione di gas; impianti di disidratazione, desolfurazione, degasolinaggio - Drenaggio naturale di depositi di gas secco, di oli e di gas condensabili.

Sistemazione dei pozzi per la produzione di oli: impianti di pompamento, di disidratazione e di degasazione dell'olio.

La coltivazione dei fluidi endogeni: criteri di individuazione e di produzione.

Coltivazioni speciali:

Coltivazioni per gassificazione sotterranea dei carboni: metodi a fronte libera e metodi con sondaggi.

Considerazioni critiche sul metodo e sulle relative possibilità di applicazione - Estensione alla coltivazione di idrocarburi.

Coltivazioni per fusione di depositi solfiferi.

Coltivazioni per soluzioni di depositi salini.

Coltivazioni di sali per evaporazione.

Esercitazioni - Comprendono:

a) esercizi di calcolo:

Problemi stratigrafici nella ricerca - Rapporto di ricerca - Cubatura di un giacimento.

Studio di macchine per l'abbattimento di rocce senza uso di esplosivi ed analisi delle condizioni di impiego: tagliatrici, piallatrici, escavatrici a pala ed a draga, scrapers, rippers, filo elicoidale, ecc.

Determinazione di caratteristiche fisiche e chimiche di esplosivi - Studio di piani di mina e progetto di circuiti di accensione e di volate.

Calcolo e verifica di armature cedevoli e rigide, per gallerie, pozzi e cantieri.

Studio di avanzamenti di gallerie e tunnels - Progetto di scavo di pozzi.

Studio di metodi di coltivazione a giorno.

Studio di metodi di coltivazione in sotterraneo: esame dei fattori determinanti, proporzionamento dei cantieri, organizzazione generale dei lavori - Analisi di metodi in alternativa.

b) esercizi di Laboratorio:

Determinazione di proprietà fisiche e meccaniche fondamentali di rocce e terreni.

Applicazione di apparecchi misuratori di stati di sollecitazione e di deformazioni (superficiali o di massa) di rocce, per prevalente impiego di laboratorio o per uso sul terreno.

c) Tirocinio pratico di miniera, con relazione su programma apposito.

GIACIMENTI MINERARI

(Prof. STEFANO ZUCCHETTI)

1. Introduzione.

1.1. I giacimenti minerari: definizione, estensione e finalità del corso - Inquadramento dell'insegnamento nel corso di laurea in Ingegneria Mineraria - Bibliografia.

1.2. Concetto di concentrazione mineraria utile ed uso dei relativi materiali - Criteri di coltivabilità di un giacimento: fattori intrinseci ed estrinseci - Valore, tenori, sottoprodotti di arricchimento e di trattamento.

1.3. Criteri di classificazione dei giacimenti - Classificazioni geologica e tecnico-economica - Processi formativi: giacimenti epigenetici, singenetici, diplogenetici, litogenici e relativi criteri distintivi - Corpi geologici utili ed evoluzioni lapidee.

2. Giacimentologia sistematica.

2.1. Giacimenti magmatogeni - Studi della consolidazione dei magmi in rapporto alla formazione dei giacimenti - Diagrammi di Niggli.

2.2. Giacimenti liquido-magmatici: correlazione tra minerali utili e tipo di roccia, differenziazioni magmatiche; depositi di elementi nativi, ossidi, solfuri.

2.3. Giacimenti pegmatitici: a silicati, ossidi, solfuri, fosfati.

2.4. Giacimenti pirometasomatici: genesi delle aureole metamorfiche ed estrazione degli elementi metallici dal magma - Depositati di magnetite, ematite, pirite ed altri solforati, wolframati.

2.5. Giacimenti idrotermali.

2.5.1. Gli spazi aperti nelle rocce: campi di fratture ed altri tipi di cavità - Riempimento degli spazi vuoti: processo metallizzante, morfologia dei corpi mineralizzati, paragenesi.

2.5.2. Giacimenti ipotermali: a molibdenite, cassiterite, wolframati; quarzoauriferi, cupriferi, uraniferi.

2.5.3. Giacimenti mesotermali: auriferi, piombo-zinco-argentiferi, nichel-cobaltiferi, uraniferi, piritoso-cupriferi, ferro-manganesiferi; di minerali non metallici.

2.5.4. Giacimenti epitermali ed anotermali: auriferi, piombo-zinciferi, cupriferi, mercuriferi, antimoniferi, arseniferi, manganesiferi.

2.5.5. Giacimenti fumarolici: solfo di solfatara, marcasite, alunite; soffioni.

2.5.6. Giacimenti idrotermali marini: ferriferi, manganesiferi, piritiferi.

2.6. Giacimenti litoidi da metasomatismo ed autometasomatismo: asbesti, talco, caolini, bentonite.

2.7. Giacimenti delle zone di ossidazione e di cementazione: chimismo dei fenomeni di ossidazione e di rigenerazione; esempi per i minerali di ferro, rame, piombo, zinco, antimonio, nichelio ed altri.

2.8. Giacimenti residuali e sedimentari, da decomposizione superficiale di rocce e minerali: lateriti, bauxiti, argille; giacimenti ferriferi, manganesiferi, cupro-cobaltiferi, uraniferi, vanadiferi, nicheliferi, cinabrieri.

2.9. Giacimenti detritici: alluvioni, formazioni eoliche e relativi processi selettivi - I minerali utili.

2.10. Giacimenti biochimici: calcari, dolomie, marne; minerali silicei, ferro-manganesiferi; solfo di solfara; fosfati.

2.11. Giacimenti evaporitici: sali di ambiente marino e continentale.

2.12. Giacimenti metamorfogeni e metamorfosati: smeriglio, quarziti, gruppo della sillimanite; scisti ferriferi; depositi piritoso-cupriferi.

2.13. Le epoche e le provincie metallogeniche: criteri di datazione; singolarità giacimentologiche; epoche e provincie principali.

2.14. Giacimenti di carbone: classificazioni ed origine dei carboni; distribuzione stratigrafica; giacimenti di antracite, litantrace, lignite, torba - Grafiti organogene.

2.15. Giacimenti di idrocarburi: classificazione; rocce serbatoio e di tetto; fenomeni di migrazione; processi genetici; morfologie dei giacimenti e loro distribuzione geologica - I principali giacimenti di idrocarburi solidi, liquidi e gassosi.

3. *Geologia economica.*

3.1. Requisiti tecnici ed usi dei minerali metalliferi e loro principali giacimenti - Notizie economiche e statistiche (produzioni italiana e mondiale di minerali, di concentrati e di metalli, stocks, prezzi, ecc.).

3.1.1. Metalli per l'industria siderurgica.

3.1.2. Metalli non ferrosi e componenti di loro leghe.

3.1.3. Metalli leggeri e componenti di loro leghe.

3.1.4. Metalli preziosi.

3.1.5. Metalli e metalloidi per usi speciali.

3.2. Requisiti tecnici ed usi dei minerali non metalliferi e delle rocce e loro principali giacimenti - Notizie economiche e statistiche (produzioni italiana e mondiale di materie prime e derivati, stocks, prezzi, ecc.).

3.2.1. Abrasivi.

3.2.2. Pietre preziose e semipreziose.

3.2.3. Materiali usati come fertilizzanti.

3.2.4. Rocce per l'industria dei leganti.

3.2.5. Materiali per l'industria chimica e metallurgica.

3.2.6. Materiali per vetri, ceramiche, smalti.

3.2.7. Materiali per refrattari e laterizi.

3.2.8. Isolanti elettrici, termici ed acustici.

3.2.9. Carboni.

3.2.10. Idrocarburi.

3.3. Valutazione economica dei giacimenti - Riserve (in vista, probabili, possibili), campionature e relativi metodi, stime e relativi metodi, cubature. Nozioni di calcolo e loro utilizzazione pratica per la valutazione.

Esercitazioni.

Comprendono:

1. Studio dettagliato di importanti giacimenti italiani (esame di carte geo-giacimentologiche, di pianeti di miniera; esame e disegno di profili; studi sulla morfologia dei corpi mineralizzati).

2. Studio macroscopico di campioni a mano; riconoscimento di minerali utili e di ganga e di loro paragenesi caratteristiche, di tessiture e strutture.

3. Studio microscopico di mineralizzazioni, in luce trasmessa e riflessa, su sezioni sottili e lucide; riconoscimento delle microstrutture, della grana, dell'ordine paragenetico, dei costituenti minori.

4. Problemi di valutazione economica e di cubatura dei giacimenti.

5. Studio in loco di giacimenti minerari: rilevamento in miniera.

IDRAULICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

TECNOLOGIE MINERARIE

(Corso speciale transitorio anni accad. 1965-66 e 1966-67).

(Prof. RENATO MANCINI)

Introduzione. — Generalità: limiti e scopi del corso.

Analisi delle operazioni elementari al microfronte del foro in perforazione.

Caratteristiche di perforabilità delle rocce a rotazione, percussione e rotoper-
cussione, e saggi di laboratorio relativi; scale di perforabilità delle rocce.

I - Perforazione con martelli perforatori e perforatrici (per lavori da mina, bullonatura di roccia ed opere ausiliarie).

a) *Perforazione a percussione:*

Evoluzione della tecnologia della perforazione a percussione - Quadro schematico delle perforatrici a percussione dei martelli perforatori.

Caratteristiche generali dei principali tipi di martelli perforatori ad aria compressa, suddivisi in funzione del peso e della potenzialità ed in rapporto al tipo di distribuzione.

Studio del ciclo di un martello ad aria compressa e analisi delle caratteristiche della trasmissione dell'energia d'urto dallo stantuffo al fronte del foro.

Martelli perforatori a comando elettrico e con motore a scoppio.

Caratteristiche degli utensili di perforazione a percussione: fioretti, taglienti, aste prolungabili e flessibili - Rigenerazione dei fioretti.

Dispositivi di sostegno ed avanzamento dei martelli perforatori: con servostegno, con slitta, su colonne, su gruppi mobili (jumbo, wagon-drill, ecc.).

Il problema dell'eliminazione dei detriti nella perforazione a percussione e soluzioni tecnologiche relative.

La perforazione quale fattore dell'abbattimento delle rocce: organizzazione di cantieri tipici a giorno ed in sotterraneo - Altre applicazioni tecnologiche varie della perforazione a percussione.

b) *Perforazione a rotazione:*

Evoluzione e quadro schematico delle perforatrici a rotazione - Caratteristiche generali delle perforatrici pneumatiche ed elettriche.

Tipi di utensili e loro rigenerazione - Dispositivi eventuali di sostegno e di avanzamento.

Applicazioni tecnologiche generali della perforazione a rotazione - Metodologie speciali per la perforazione di rocce dure.

c) *Perforazione a rotopercussione:*

Le perforatrici a rotopercussione con apparato di percussione fuori del foro od entro il foro - Caratteristiche e campo di applicazione.

II - Perforazione per piccole e medie profondità con sonde (per lavori da mina, per ricerca e per servizi ausiliari).

a) *Sondaggi a percussione:*

Quadro generale dei metodi ed evoluzione tecnologica relativa - Cenno dei sondaggi rapidi a percussione.

Notizie particolari sugli impianti attuali di perforazione alla corda - Utensili di perforazione e di pescaggio.

Applicazioni dei sondaggi a percussione per la ricerca mineraria e per la ricerca idrica: organizzazioni di cantiere.

b) *Sondaggi a rotazione:*

Quadro generale dei metodi ed evoluzione tecnologica relativa - Caratteristiche della perforazione a rotazione a bassa e ad alta velocità.

Impianti e macchine di impiego attuale: sonde sensitive, ad avanzamento idraulico, ad avanzamento meccanico - Cenno a sonde speciali.

Utensili per la perforazione a rotazione, con e senza recupero di testimone. Applicazioni dei sondaggi a rotazione per la ricerca mineraria, per scopi speciali di coltivazione e per opere civili: organizzazioni di cantiere.

c) *Perforazione termica:*

Principio del metodo e campo di applicabilità - Descrizione di apparecchiature per perforazione termica, dati relativi di consumi e prestazioni.

III - Perforazione per grandi profondità (per ricerca e coltivazione di giacimenti di idrocarburi e per coltivazioni speciali).

I problemi inerenti alla perforazione a grande profondità, con particolare riguardo alla trasmissione dell'energia - Tecniche di lavoro convenzionali con motori in superficie e con motori sotterranei; tecniche speciali.

Caratteristiche della perforazione rotary: gli utensili di perforazione.

I cantieri di perforazione rotary: organizzazione, installazione e servizi generali di una sonda.

Proporzionamento delle torri, delle antenne e delle loro sottostrutture, in rapporto alle forze agenti durante la perforazione, la manovra e le soste di manovra - Caratteristiche delle funi e delle attrezzature di tiro.

Il circuito dei fanghi nella perforazione rotary: caratteristiche tecnologiche e proprietà tecniche dei fanghi di perforazione.

La batteria di perforazione e la tavola rotary - Analisi delle condizioni di lavoro e delle sollecitazioni, semplici e composte, delle aste di perforazione.

Profilo di rivestimento e programmi usuali di tubamento dei pozzi - Condizioni di sollecitazioni, semplici e composte, delle colonne di rivestimento.

Tecnologia delle cementazioni e caratteristiche delle malte di cementazione.

L'ancoraggio dei pozzi al terreno: tipi di inflangiate - Forze agenti sulle inflangiate di testa per le diverse situazioni di governo - La difesa dei pozzi dalle

eruzioni: cause di squilibrio dei pozzi; mezzi di difesa attiva ed apparecchiature di sicurezza.

Caratteristiche tecniche ed economiche degli impianti rotary per la perforazione a grande profondità; il controllo ed il comando dei lavori di sonda.

Norme di legge regolanti la condotta dei lavori di perforazione profonda.

IV - Operazioni ausiliarie, problemi speciali e prospettive della perforazione rotary.

Operazioni di carotaggio meccanico di fondo e laterale.

Tecnologia di prove di pozzo - Cenni sull'interpretazione dei risultati: curve di risalita della pressione in pozzo.

Cenni sulle operazioni di completamento dei pozzi a gas e ad olio e sui processi di stimolazione.

Parametri tecnologici ed operativi speciali della perforazione Rotary - I problemi della perforazione a pressione ridotta - Angolo di equilibrio della perforazione: definizione del carico limite sullo scalpello.

Controllo della deviazione dei pozzi e problemi della perforazione deviata.

La perforazione fuori costa, da piattaforme fisse e da natanti.

Caratteristiche meccaniche ed idrauliche delle turboperforatrici.

Applicazioni delle turboperforatrici e relativi risultati operativi per pozzi devianti - Problemi connessi.

Incidenti ed inconvenienti nella esecuzione dei sondaggi - Problemi particolari connessi alla perforazione per coltivazioni speciali.

Risultati, limiti e traguardi della perforazione a grande profondità.

Esercitazioni.

a) di calcolo e disegno:

Studio cinematico e dinamico di macchine perforatrici ad aria compressa; eventuali rilievi e disegni d'insieme e di dettaglio.

Organizzazione di cantieri di perforazione, per fori da mina e di ricerca - Analisi del controllo e del comando dei lavori di sonda.

Disegno e dimensionamento di particolari meccanici, di apparecchiature e di impianti di perforazione.

Studio statico di torri di perforazione; esame delle sollecitazioni su inflangiate di testa pozzo; calcolo di sollecitazioni in elementi tubolari.

Analisi tecnologiche di operazioni compiute nella perforazione rotary.

Studio di circuiti di fanghi di perforazione.

Studio di caratteristiche idrauliche, tecnologie ed operative di turboperforatrici.

b) sperimentali di laboratorio:

Determinazioni pratiche di perforabilità di rocce a rotazione ed a percussione.

Saggi di perforazione ed esame delle prestazioni di martelli perforatori in varie condizioni operative.

TOPOGRAFIA

(Prof. GIUSEPPE INCHILLERI)

Richiami e complementi.

Cenni di trigonometria sferica = Teorema di Legendre.

Richiami di ottica geometrica.

Elementi di calcolo numerico.

Elementi di Geodesia.

Campo gravitazionale terrestre = Geoide, sferoide, ellissoide.

Trasporto delle coordinate geografiche e problema inverso.

Teoria degli errori.

Errori sistematici ed accidentali - Gli errori accidentali come variabile casuale di tipo normale - Principio dei minimi quadrati.

Osservazioni dirette; media aritmetica e ponderata; errori medi; errore medio di una funzione di quantità osservate - Osservazioni indirette: equazioni generate e sistema normale.

Misura degli Angoli.

Microscopi, mezzi di lettura dei cerchi; cannocchiale astronomico, anallattico, a lunghezza costante - La livella torica - Il teodolite, il tacheometro; rettifiche; influenza degli errori residui - Misura degli angoli azimutali - Misura degli angoli zenitali.

Misura delle distanze.

Misure dirette; misura delle basi geodetiche; precisione della misura delle basi geodetiche.

Misure indirette - Vari metodi di misura indiretta delle distanze e loro precisione - Autoriduttori - Tellurometri e geodimetri.

Misura dei dislivelli.

Livellazione trigonometrica, livellazione tacheometrica.

Livellazione geometrica - Il livello - Vari tipi di livelli, rettifiche - Livelli autocentranti - Livellazione termobarometrica - Precisione dei vari tipi di livellazione.

Triangolazioni.

Triangolazioni geodetiche e tecniche, misure angolari, misure delle basi - Cenni di trilaterazione - Cenni sulla compensazione delle triangolazioni.

Livellazioni.

Livellazione delle reti trigonometriche, delle poligonali - Linee di livellazione geometrica - Livellazioni di alta precisione per controllo di manufatti - Precisioni ottenibili; cenni sulla compensazione delle reti di livellazione.

Determinazione dei punti isolati e rilievo di dettaglio.

Intersezioni in avanti, all'indietro, multipla - Poligonali - Vari metodi di rilievo di dettaglio - Celerimensura - Rappresentazione del terreno.

Teoria delle carte.

Cenni di cartografia - La carta di Gause e la proiezione naturale.

Rilevamenti in sotterraneo.

Rilevamenti planimetrici e altimetrici in miniera - Operazioni in sotterraneo - Rilevamenti magnetici e con il goniometro - Poligonali sotterranee.

Collegamento con i rilievi a giorno.

Livellazioni in miniera - Piani di miniera.

Fotogrammetria.

Fotogrammetria terrestre - Fototeodoliti - Presa di una coppia di fotogrammi terrestri.

Fotogrammetria aerea - Presa dei fotogrammi - Camere da presa - Caratteristiche dei voli fotogrammetrici.

Restituzione di una coppia di fotogrammi aerei o terrestri; orientamento interno; orientamento relativo ed assoluto.

Cenni sui restitutori fotogrammetrici.

Applicazioni di fotogrammetria terrestre al rilievo di cave.

Esercitazioni.

Durante il corso dell'anno si svolgono dalle 16 alle 18 esercitazioni in parte numeriche su problemi topografici, in parte pratiche sull'uso degli strumenti.

IMPIANTI MINERARI

(Prof. LELIO STRACIOTTI)

Introduzione: Problemi generali di costruzione e di esercizio degli impianti di miniera.

Finalità tecniche ed economiche di un impianto.

I diversi tipi di impianti di miniera ed il macchinario connesso: problemi ubicazionali; criteri di ammortamento e di rinnovo.

Esigenze speciali delle apparecchiature meccaniche ed elettriche negli impianti di miniera, in relazione alle particolari condizioni di ambiente.

I - Trasporto e distribuzione dell'energia.

Le fonti d'energia disponibili in sotterraneo e l'evoluzione storica degli impianti di miniera - La meccanizzazione del sotterraneo e le sue esigenze - Quadro generale dei problemi di trasporto e distribuzione delle varie specie di energia impiegabili in miniera.

Campo di impiego attuale dell'aria compressa - Caratteristiche generali degli impianti di compressione d'aria di miniera e delle reti di distribuzione: loro limiti.

Problemi speciali di distribuzione dell'aria compressa - Tipi di compressori impiegabili e loro ubicazione - I motori ad aria compressa.

L'impiego dell'energia elettrica in miniera ed i problemi connessi - Tipi di corrente e tensioni adoperate in miniera - Particolarità degli impianti elettrici di miniera.

L'elettrificazione del sotterraneo: schema generale di una rete di distribuzione a corrente alternata - Installazioni fisse, semifisse e mobili.

Approvvigionamento e produzione dell'energia elettrica - Le reti di approvvigionamento: cenno agli impianti idroelettrici e termici di produzione - Impianti ausiliari di emergenza.

Stazioni di trasformazione, cabine di sezionamento e distribuzione - Linee di trasporto aeree e con cavi: criteri generali di installazione e di impiego.

I problemi di sicurezza che condizionano l'impiego dell'energia elettrica nel sotterraneo: grisou, incendi, dispersioni di corrente - Caratteristiche generali di protezione meccanica e contro lo stiticeidio delle apparecchiature elettriche da miniera.

Caratteristiche delle apparecchiature di sicurezza antigrisou - Apparecchi a tenuta di fiamma, a sicurezza elettrica intrinseca, a sicurezza aumentata, a protezione per ventilazione - La protezione contro i sovraccarichi di corrente e contro i corti circuiti.

Dispositivi generali di protezione delle linee e delle macchine elettriche - Le terre e la loro attuazione in miniera - Analisi di situazioni tipiche diverse di impianti, in relazione all'isolamento del neutro.

Notizie particolari sul materiale di linea e sulle apparecchiature connesse impiegate nel sotterraneo - Cavi armati per pozzi e per gallerie; cavi flessibili per cantieri; organi di collegamento - Apparecchiature di sezionamento e manovra.

Notizie particolari sui trasformatori: dati costruttivi e di impiego - Il problema del raffreddamento dei trasformatori: tipi speciali di trasformatori per sotterraneo.

Richiami sui motori elettrici a corrente alternata: motori sincroni ed asincroni e loro caratteristiche di impiego e d'installazione - Esame particolare dei problemi d'avviamento e di frenatura; problemi speciali di protezione connessi con il funzionamento dei motori.

L'impiego della corrente continua in miniera.

Richiami sui sistemi di produzione: notizie particolari sulle dinamo, sui gruppi convertitori, sulle convertitrici e sui raddrizzatori, a semiconduttori ed a vapori di mercurio - Gli accumulatori.

Le linee di trasporto per corrente continua e le loro peculiarità - I motori elettrici a corrente continua: richiami generali e problemi di comando e di regolazione.

Dispositivi di controllo e segnalazione nella distribuzione e nell'impiego dell'energia elettrica in miniera - Apparecchiature di regolazione automatica - Applicazioni nella distribuzione a cantieri o sezioni elettrificate, con catene di macchine operatrici - Impianti di telecomando, per la realizzazione dell'automazione integrale del lavoro nei cantieri di miniera.

La trasmissione meccanica dell'energia: sua importanza intrinseca nella realizzazione di installazioni di trasporto; suoi limiti.

Richiamo sulla trasmissione meccanica a mezzo di organi flessibili: cinghie, catene, funi.

Notizie particolari sull'impiego di funi metalliche: tipi e caratteristiche; norme di calcolo, impiego ed esercizio.

II - Trasporto del minerale.

Funzioni e classificazioni dei trasporti di miniera - Fattori determinanti la scelta ed il coordinamento dei trasporti in connessione con le varie operazioni produttive.

Caratteristiche dei materiali da trasportare: loro correlazione con le esigenze specifiche dei diversi sistemi di trasporto.

Trasporti interni: esame generale dei trasporti di cantiere (manuali; per gravità lungo fornelli o scivoli; con scrapers; con canali a scossa, canali ad alette, nastri, trasportatori a scaglie; con vagonetti, autovagoni, carri-spola; ecc.) e dei trasporti nelle vie (con ferrovie, con trenaggi a fune ed a catena, con trasportatori continui).

Analisi di dettaglio dei trasporti continui: caratteristiche costruttive, di calcolo e di impiego dei canali a scossa, dei trasportatori a nastro e dei trasportatori ad alette - Notizie sui trasportatori a nastro con fune o catena di trazione, sui trasportatori a scaglie sui canali rallentatori.

Analisi di dettaglio del trasporto su rotaia - La via: caratteristiche costruttive e di calcolo del materiale fisso - Caratteristiche costruttive, tipi e tendenze per il materiale mobile - Il problema della trazione: motori fissi e motori mobili; locomotori (tipi) - Schemi di organizzazione di trasporti su rotaia in miniera: evoluzione e tendenze attuali; dispositivi di segnalazione e telecomando.

Trasporti su piani inclinati - Derivazione dagli impianti di trasporto su rotaia: caratteristiche peculiari per il materiale fisso e per il materiale mobile - Tipi di profili; disposizioni costruttive particolari alle stazioni e lungo la linea; norme di sicurezza per l'esercizio in sotterraneo.

Sistemi speciali di trasporto: trasporti idraulici e trasporti pneumatici - Campo d'impiego, caratteristiche e limiti di ogni sistema: applicazioni per la messa in opera della ripiena - Cenni a possibili sviluppi del sistema di trasporto idraulico.

Trasporti esterni: esame generale dei mezzi di trasporto impiegabili, per l'assolvimento delle varie esigenze connesse con l'esercizio di una attività estrattiva - Considerazioni di confronto fra trasporti su strada ordinaria, con ferrovia o con mezzi funicolari.

Teleferiche: tipi di impianti e di disposizioni costruttive - Calcolo pratico e norme di progetto della linea - Organizzazione delle stazioni.

Trasporti esterni diversi, per esigenze speciali: notizie su elementi costruttivi e di calcolo di blondins, draglines, ecc. - Impianti per lizzatura a mano e meccanica.

Sintesi critica sugli orientamenti per l'organizzazione tecnico-economica dei trasporti interni ed esterni.

III - Immagazzinaggio del minerale.

Silos e tramogge in sotterraneo ed a giorno.

Tipi costruttivi e problemi di calcolo.

Cenno ad impianti portuali speciali.

Depositi di minerali sciolti e di pietre lavorate: loro organizzazione e relative apparecchiature od impianti di alimentazione e spillamento.

Organizzazione e sistemazione delle discariche - Notizie su problemi particolari; stabilizzazione delle discariche.

IV - Estrazione.

Tipi di impianti: classificazione ed elementi costruttivi generali.

Attrezzature dei pozzi ed organi di guida - Guidaggio rigido, in legno o metallico; guidaggio con cavi - Attrezzature di guida alle stazioni - Sistemazione delle canalizzazioni.

Contentori a gabbia e contentori a benna: gabbie ed accessori; tipi di skips - Caratteristiche costruttive generali e dei diversi tipi.

Caratteristiche degli organi di sospensione e di sicurezza; paracadute per il trasporto di persone.

Mancorrenti di guidaggio, rigidi, pneumatici ed elastici.

L'estrazione con gabbie - Apparecchiature di stazione per il servizio a gabbia appoggiata ed a gabbia sospesa: tacchetti e passerelle di raccordo - Manovre alle stazioni: dispositivi di ingobbamento e sgobbamento meccanico ed automatico.

L'estrazione con skips - Apparecchiature di stazioni per il dosamento ed il carico della benna - Manovre alle stazioni - Analisi delle sollecitazioni sulle guide e sulle strutture dovute allo scarico della benna.

Organizzazione delle stazioni dei pozzi: caratteristiche essenziali e tipi per estrazione con gabbie o per estrazione con skips - Illustrazione di installazioni.

Macchine di estrazione: disposizioni d'insieme e basi di calcolo generali - Le funi di estrazione, le apparecchiature di attacco delle stesse, gli organi d'avvolgimento: tamburi cilindrici, conici, cilindro-conici e spiraloideici; bobine; pulegge di aderenza Koepe monofuni e polifuni - Apparecchiature ausiliarie diverse: freni, riduttori, dispositivi di sicurezza, ecc.

Equilibramento statico e dinamico delle macchine d'estrazione: analisi dei diversi sistemi adottati.

Considerazioni critiche sulle tendenze attuali nella costruzione delle macchine di estrazione, con particolare riferimento agli organi di avvolgimento delle funi.

Comando, regolazione ed esercizio delle macchine d'estrazione - I problemi di esercizio, con particolare riguardo agli impianti con puleggia Koepe - I motori di comando: sistema trifase diretto; sistema a corrente continua con gruppo Ward-Leonard o con alimentazione mediante raddrizzatori - Gli organi di frenatura ed il loro comando: dispositivi di sicurezza - Le segnalazioni negli impianti di estrazione - Regolazione e funzionamento automatici delle macchine di estrazione.

Scelta delle caratteristiche e del tipo di una macchina d'estrazione: sintesi critica sugli orientamenti moderni al riguardo.

Osservazioni particolari in merito agli impianti di rilevante capacità e per grandi profondità.

Castelletti di estrazione: elementi fondamentali per i tipi classici e per i tipi a torre - Materiali impiegati per la loro costruzione - Molette.

Elementi di calcolo per lo studio e la progettazione di un castelletto d'estrazione: strutture iperstatiche e strutture isostatiche.

Esame critico di confronto tra la disposizione con macchina a terra e quella con macchina su torre nel quadro della organizzazione del complesso di un impianto di estrazione - Sviluppo di un « centro » di estrazione.

Cenni su metodi di estrazione continua - Impianti di estrazione a nastro - Impianti di estrazione idraulica: connessione del metodo con eventuali operazioni di coltivazione.

V - Ventilazione dei cantieri.

Composizione dell'aria nell'interno delle miniere - Cause che la viziano o rendono pericoloso od inadatto l'ambiente: grisou, polveri, gas vari, temperatura, umidità.

Definizione del microclima dell'ambiente di lavoro nei cantieri sotterranei - Fabbisogno di aria.

Calcolo della ventilazione: resistenza di singoli condotti di ventilazione; resistenza, temperamento ed orifizio equivalente di una miniera; caratteristica di una miniera - Studio di un circuito di ventilazione naturale ed artificiale; correnti principali e secondarie di cantiere; dispositivi per dirigere e regolare le correnti di ventilazione.

Mezzi per la produzione della corrente d'aria artificiale - Ventilatori: tipi, orientamenti per la scelta; modalità di installazione e di esercizio; accoppiamento di ventilatori.

Esempi di impianti di ventilazione - Controlli della ventilazione.
Impianti per condizionamento dell'aria per le miniere profonde.

VI - Eduzione delle acque.

Il regime idrologico del sottosuolo e la misura delle quantità di acqua da edurre.

Difesa passiva e difesa attiva dalle acque - Eduzione con gallerie di scolo o con mezzi meccanici.

Esame dei mezzi di eduazione: benne, pompe ed apparecchiature varie - Impianti principali e secondari - Caratteristiche generali di impiego delle pompe a stantuffo e delle pompe centrifughe; esempi di impianti di eduazione.

Eduzione durante l'approfondimento dei pozzi e nei lavori di ricerca.

VII - Servizi vari e di sicurezza.

Illuminazione del sotterraneo: impianti fissi e semifissi; lampade portatili (ad acetilene, elettriche, ad accumulatori, di sicurezza a fiamma) - Lampisterie.

Norme di sicurezza e mezzi di controllo e prevenzione per ambienti grisoutosi, od a polveri infiammabili, o soggetti a fenomeni di autocombustione.

Modalità di manifestazione di esplosioni di grisou, esplosioni di polveri infiammabili, fuochi ed incendi sotterranei - Provvedimenti di emergenza e conseguenti - Controlli e provvedimenti nei confronti di inondazioni.

Impianti di sicurezza ed installazioni di soccorso - Apparecchi respiratori per l'accesso ad ambienti irrespirabili.

Organizzazione dei salvataggi - La lotta contro gli infortuni e le malattie professionali nel quadro della organizzazione tecnico-economica di una miniera.

Appendice - Problemi di esercizio ed organizzazione industriale.

Problemi di organizzazione nell'impiego e nell'esercizio di macchine e di impianti.

La programmazione del lavoro e la saturazione delle macchine e della manodopera; la previsione dei costi delle operazioni.

Lo studio del lavoro umano dal punto di vista psicologico e fisiologico - Rilievo dei tempi di lavoro - Principi di economia dei movimenti.

Inquadramento economico generale dell'impresa: l'organizzazione industriale e lo studio dei fattori della produzione, con applicazione all'industria estrattiva - Cenno ai problemi di organizzazione aziendale amministrativa, sociale ed urbanistica.

Esercitazioni.

Comprendono:

a) *esercizi vari di calcolo* (comuni a tutti gli indirizzi) su problemi concernenti i seguenti argomenti:

Produzione e distribuzione di aria compressa.

Trasporto e distribuzione di energia elettrica.

Protezione di impianti elettrici di miniera.

Trasmissione di energia meccanica.

Trasporto di minerali con nastri, con ferrovie, per treni, con trenaggi, con mezzi pneumatici ed idraulici.

Elettrificazione di cantieri per il comando di apparecchiature di lavoro e di trasporto.

Trazione elettrica.

Estrazione lungo piani inclinati.

Ventilazione delle miniere: studio di circuiti ed impiego di ventilatori.

Eduzione delle acque.

Bilancio tecnico-economico di un impianto.

b) *sedute di disegno e progetto* (riservate ai soli studenti dell'indirizzo « esercizio miniere ») per lo sviluppo dello studio di elementi costruttivi o di installazione relativi a: impianto di distribuzione di aria compressa, impianto di distribuzione di energia elettrica, impianti vari di trasporto per sotterraneo, impianto di teleferica, impianto di estrazione (attrezzature di pozzo, macchine di estrazione e castelletto), impianto di ventilazione, impianto di eduazione.

c) *tirocinio pratico di miniera* (per soli studenti degli indirizzi « esercizio miniere » e « prospezione geomineraria ») con relazione su apposito programma.

PREPARAZIONE DEI MINERALI

(Prof. ENEA OCCELLA)

Introduzione. — La preparazione dei minerali: scopo e limiti tecnico-economici; evoluzione storica e tecnologica in rapporto ai principi fisici della concentrazione, alla tecnica della coltivazione mineraria ed alle esigenze della metallurgia - Bibliografia.

Parte I - Proprietà dei grani minerali e delle torbide e loro determinazione.

L'esame delle proprietà geometriche, fisiche e chimiche dei grezzi minerali in grani, propedeutico alla determinazione delle possibilità di loro arricchimento.

Esami granulometrici: classificazione granulometrica per vagliatura, sedimentazione, elutriazione, centrifugazione, trasporto colico; per via microscopica - Rappresentazioni grafiche e distribuzioni granulometriche caratteristiche.

Esami densimetrici: determinazioni sperimentali delle curve di lavaggio - Le curve dei tenori e le loro elaborazioni.

Generalizzazione delle curve di lavaggio (curve di arricchimento) e loro estensione ai vari metodi fisici della preparazione dei minerali.

I grani misti ed il loro ruolo: definizione e determinazioni tecniche e sperimentali del grado di liberazione.

Proprietà delle torbide: densità, viscosità, tensione superficiale, pH - Flocculazione e dispersione - Effetto dell'aggiunta di elettroliti e colloidi.

Campionatura di grani e di torbide - Considerazioni statistiche: formule pratiche per la campionatura; apparecchi campionatori - Pesatura; bilance.

Parte II - Inquadramento dei principi generali della Preparazione dei minerali.

Principi generali per la separazione di classi di grani minerali - Principio dell'equivalenza e sue esemplificazioni; successione di operazioni elementari per la sua realizzazione.

Simboli caratteristici e diagrammi di trattamento e di flusso.

I risultati della separazione dei grani minerali: rese; recuperi, tenori medi - La precisione delle operazioni di separazione e le curve di partizione.

Significato economico della preparazione dei minerali: prezzi di vendita dei minerali.

Parte III - La comminuzione dei minerali.

La frantumazione industriale - Classificazione ed esemplificazione di frantumatori: a mascelle (ad eccentrico diretto, a semplice o doppia ginocchiera, ecc.), rotativi (giratori, conici, a sfera, a disco), ad impulso, speciali - Evoluzione dei vari tipi, campo di applicazione, criteri di scelta.

La triturazione: granulatori, cilindrici, pestelli, trituratori a martelli, ad anello rotante.

La macinazione: molini a tamburo rotante (a sfere ed a barre tubolari, cilindro conici), molini cileni e molazze, disintegratori, molini pendolari, molini a vibrazione, micronizzatori.

Caratteristiche generali delle macchine per la commisurazione, disposizioni costruttive e di esercizio.

Considerazioni sintetiche sulle operazioni di commisurazione: efficienza relativa, consumo di energia - Operazioni ausiliarie introdotte nel ciclo di commisurazione - Riciclaggio e suo significato.

Parte IV - Classificazione dei grani in funzione delle loro caratteristiche geometriche e gravimetriche.

La vagliatura industriale: superficie vaglianti e loro caratteristiche - Esame delle probabilità di passaggio di grani attraverso superficie staccianti e fattori che la influenzano, in rapporto alla potenzialità ed alla precisione di taglio - Realizzazioni tecnologiche: trommels, vagli oscillanti ed a scosse, vibrovagli, vagli speciali.

Separazione dei minerali per galleggiamento: attuazioni con liquidi pesanti, soluzioni saline e sospensioni granulari - Evoluzione dei vari tipi di macchine, cicli relativi e loro campo di applicazione - Cenno alla separazione magnetoidrodinamica.

Il movimento dei grani nei fluidi: studio delle velocità finali di caduta in regime di Stokes e di Newton - Generalizzazione del fattore di forma e rappresentazioni diagrammatiche relative - Effetto della caduta contemporanea di molti grani - Definizione di equicadenza - Osservazioni sul moto vario iniziale dei grani.

Classificazione idraulica in caduta libera ed ostacolata: classificatori sfangatori, addensatori, sceveratori, statici e meccanici - Idrovagli, canali arricchitori.

Classificazione centrifuga in mezzo liquido - Principi e realizzazioni industriali: centrifughe e cicloni ispessitori, classificatori, arricchitori.

Classificazione pneumatica: macchine statiche e classificatori meccanici e centrifughi.

Separazione con crivelli: considerazioni teoriche sul principio del loro funzionamento - Classificazione dei vari tipi elementari e realizzazioni tecnologiche industriali; l'evoluzione dei crivelli ed il loro campo di applicazione - Crivelli pneumatici.

Separazione su tavole: considerazioni teoriche per i tipi fissi ed a scossa - Principali attuazioni tecnologiche e relativo campo di applicazione - Tavole pneumatiche.

Cenni alla concentrazione con spirali e con « fanners ».

Parte V - Concentrazione dei minerali per flottazione.

Aspetti fisici della flottazione: angolo di contatto dei grani minerali, capacità di sostentamento delle forze di superficie; effetto della dimensione dei grani - Gli agenti schiumeggianti.

Aspetti chimico-fisici della flottazione: assorbimento ionico - Agenti collettori, modificatori, deprimenti, attivanti - Il ruolo del pH e della temperatura.

Attuazioni tecnologiche: tipi di macchine e caratteristiche relative - Accoppiamenti di macchine nei circuiti di flottazione.

Cenni sull'agglomerazione, sulla flottazione su tavole e sulla separazione per adesione a grassi; cenni sulla « ultraflottazione » e sulla flottazione ionica.

Campo di applicazione della flottazione: esempi di impianti di flottazione selettiva ed integrale - Accessori caratteristici degli impianti di flottazione: dosatori, condizionatori, ecc.

Parte VI - Concentrazione dei minerali con metodi speciali.

La cernita ottica ed elettronica; concentrazione dei minerali in base a proprietà termiche ed altre proprietà fisiche particolari (colore, radioattività naturale ed indotta, ecc.).

Concentrazione per comminazione differenziale.

Separazione magnetica: considerazioni teoriche - Attuazioni tecnologiche industriali di cernitrici magnetiche: dati di funzionamento e campo di applicazione.

Separazione elettrostatica: considerazioni teoriche - Attuazioni tecnologiche di cernitrici elettrostatiche e relativo campo di applicazione.

Separazione dell'oro mediante amalgamazione e cianurazione: cenni sui principi teorici e sulle attuazioni tecnologiche relative.

Mineralurgia dello zolfo: schemi dei principali procedimenti, anche in rapporto all'accoppiamento con la concentrazione per flottazione.

Recupero di alcuni metalli (Cu, Hg, U) con metodi idro-e pirometallurgici.

Parte VII - Accessori e criteri di organizzazione degli impianti di arricchimento dei minerali.

Accessori per la separazione dei solidi dai fluidi.

Addensatori: definizione del principio operativo e delle caratteristiche degli addensatori per torbide industriali - Bacini e vasche di sedimentazione.

Filtri: fattori influenzanti la portata dei filtri - Attuazioni tecnologiche statiche, a pressione ed a depressione - Filtri addensatori.

Essiccatori.

Apparecchi per la captazione e la separazione delle polveri industriali.

Accessori per operazioni ausiliarie.

Silos, tramogge, alimentatori, trasportatori ed elevatori di materiali granulari, pompe e dispositivi per sollevamento di acqua e di torbide abrasive.

Impianti di arricchimento.

Criteri per la determinazione dei diagrammi di trattamento.

Accoppiamenti caratteristici di apparecchiature; circuiti chiusi ed aperti - Definizione della portata delle macchine; criteri per il proporzionamento e la scelta delle stesse - Disposizioni di queste nei fabbricati industriali - Impianti mobili.

Il problema della disposizione in sito e del recupero delle discariche.

Criteri economici di conduzione degli impianti industriali.

Esemplificazione di cicli di preparazione per grezzi di vario tipo, in rapporto ai problemi di arricchimento dei grezzi delle miniere italiane.

Esercitazioni

a) eseguite da tutti gli indirizzi:

Esercitazioni collettive di carattere esemplificativo, relative al proporzionamento di macchine industriali per la comminuzione, la classificazione e la concentrazione dei grezzi.

Esercitazioni dimostrative di criteri operativi nell'attività di laboratorio, per problemi interessanti la determinazione di proprietà dei grani, delle torbide e la comminuzione dei materiali.

b) seguite dagli allievi degli indirizzi « Esercizio miniere » e « Prospezione ».

Esercitazioni individuali per il rilevamento di macchine di laboratorio per la comminuzione, la classificazione e la concentrazione dei minerali, e per l'esame delle relative prestazioni, operando su grezzi caratteristici.

Esercitazioni di studio sulle possibilità di arricchimento di grezzi italiani tipici e di progetto di cicli industriali di trattamento, comportanti anche il proporzionamento di massima delle macchine relative, la previsione delle condizioni di installazione ed il preventivo economico d'esercizio.

GEOFISICA MINERARIA

(Prof. GIUSEPPE RATTI)

Introduzione. — Generalità sui metodi di ricerca geofisica - Scelta dei metodi in relazione ai problemi di ricerca.

I. - Metodo gravimetrico.

Principi del metodo e problemi geologici con esso indagati.

Densità dei minerali e delle rocce e misura della stessa.

Campo della gravità: leggi fisico-matematiche che lo governano; gravità vol-

gare; maree gravitazionali - Forma e costituzione del globo terrestre: teoria di Clairaut; riduzione della gravità alla superficie del geode; anomalie di Bouguer; teorie isostatiche.

Strumenti per la misura assoluta e relativa della gravità - Pendoli - Gravitometri: problemi caratteristici; determinazione del valore di scala; deriva; tipi di strumenti, statici ed astatici - Dispositivi per misure su aree coperte da acqua.

Rilievo gravimetrico con gravimetro: tecniche operative; correzioni dei risultati; costruzione ed elaborazione delle carte gravimetriche - Interpretazioni delle anomalie di gravità: criteri di interpretazione qualitativa; interpretazione quantitativa; anomalie prodotte da corpi di densità e forma definite; costruzione ed uso di reticoli per il calcolo delle anomalie; derivate secondo della gravità.

Rilievo gravimetrico con bilancia di torsione (o di Eötvös): grandezze eötvössiane; funzionamento della bilancia; esecuzione delle misure ed interpretazione dei risultati.

II. - Metodo magnetico.

Richiami sulla teoria del magnetismo - Principi del metodo magnetico e problemi geologici con esso indagati.

Stato di magnetizzazione delle rocce; suscettibilità magnetica ed intensità di magnetizzazione residua - Concetti e scopi del paleomagnetismo.

Campo magnetico terrestre: campo geomagnetico; variazioni regolari e tempeste magnetiche; anomalie regionali e locali - Misura assoluta degli elementi del campo.

Strumenti per rilievi magnetici: bilance magnetiche di Schmidt ed a torsione; magnetometro a passaggio di flusso; magnetometro a protoni.

Rilievo aeromagnetico: strumenti impiegati; tecniche operative.

Interpretazione delle anomalie magnetiche: criteri di interpretazione qualitativa; procedimenti semplici di interpretazione quantitativa.

Calcolo dell'anomalia prodotta da un corpo magnetizzato assegnato; relazione di Poisson tra anomalie magnetiche ed anomalie gravimetriche.

III. - Metodi sismici.

Natura e caratteristiche delle onde elastiche - Velocità di propagazione e costanti elastiche.

Propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo: riflessione e rifrazione su superfici di discontinuità; angolo limite di incidenza; attenuazione; diffrazione.

Metodo sismico a rifrazione: meccanismo della trasmissione delle onde; dromocrone relative a due e più strati orizzontali, ad uno strato inclinato, ad una struttura a gradino; metodi analitici e grafici di studio delle dromocrone; correzioni dei dati dei sismogrammi; procedimenti operativi a profilo continuo ed a ventaglio.

Metodo sismico a riflessione: riflettore piano, orizzontale ed inclinato; determinazione della legge di velocità; elaborazione, lettura ed interpretazione dei sismogrammi; correzioni; profili e mappe sismiche; procedimenti operativi a profilo continuo, di correlazione e di pendenza; sismogrammi sintetici.

Apparecchiature per rilievi sismici - Sismografi.

Tecniche operative sul suolo ed in zone coperte di acqua - Modalità di produzione di onde sismiche.

Cenni sui terremoti e sulla costituzione interna della terra.

IV. - Metodi geoelettrici.

Proprietà elettriche delle rocce e dei minerali.

Distribuzione di una corrente nel sottosuolo: legge di Ohm generalizzata; legge di similitudine per i campi elettrici; immagini elettriche; sorgente puntiforme di corrente; campo elettrico normale.

Misura di differenze di potenziale sul terreno: strumenti; tecniche di misura - Elettrodi impolarizzabili.

Metodo dei potenziali naturali: polarizzazione spontanea delle masse di sol-

furi; esecuzione delle misure ed interpretazione dei risultati; cause di errore e di disturbo nei rilievi.

Metodo tellurico: campo tellurico e misura dello stesso; carte dei vettori e delle isoaree delle ellissi; applicazioni.

Metodo delle linee equipotenziali e dei rapporti di potenziali.

Metodi della resistività: misura della resistività con un quadripolo; resistività apparente - Carte della resistività - Sondaggi elettrici: campi di applicazione; interpretazione quantitativa per via analitica e mediante abachi.

Metodi elettromagnetici: campo elettromagnetico associato ad una corrente nel terreno; procedimenti ed apparecchi per la misura degli elementi del campo - Metodi induttivi: procedimenti di Sundberg e di Turam; rilievi aerei.

Metodo della polarizzazione indotta: principi; applicazioni.

Applicazioni delle onde radioelettriche per l'indagine del sottosuolo.

V. - Altri metodi di rilievo geofisico.

Metodo della radioattività: natura e caratteristiche delle radiazioni; strumenti e tecnica di misura delle stesse.

Metodo geotermico.

Argomenti speciali di prospezione geofisica - Carotaggi.

Generalità su carotaggi geofisici e classificazione degli stessi - Proprietà delle formazioni: resistività, porosità, saturazione in acqua, fattore di formazione.

Carotaggio dei potenziali spontanei (SP log): natura e caratteristiche del potenziale; curve di interpretazione dei logs.

Metodi convenzionali di misura della resistività delle formazioni: sonda normale; sonda laterale; sonda per calcari; influenza del valore del distanziamento delle sonde; casi fondamentali di rilievo; curve di correzione e di interpretazione dei logs.

Carotaggio ad induzione: principi; coefficiente geometrico e curve caratteristiche di indagine.

Carotaggio laterale (laterolog).

Microlog. Microlaterolog.

Carotaggio sonico.

Carotaggi radioattivi: misura della radioattività naturale delle formazioni; misura della radioattività indotta mediante bombardamento con neutroni.

Applicazione dei carotaggi elettrici, radioattivi e sonico: riconoscimento e definizione degli strati; correlazioni; determinazione della porosità e della saturazione in acqua e in idrocarburi delle formazioni.

Altri tipi di carotaggi: carotaggio termico; carotaggio geochimico - Carotaggi continui durante la perforazione.

Esercitazioni.

a) Comuni a tutti gli indirizzi:

Calcoli numerici ed esempi di applicazione dei metodi di prospezione trattati.

b) riservate agli indirizzi « idrocarburi » e « prospezione geomineraria »:

Costruzione ed uso di reticoli per l'interpretazione di rilievi magnetici e gravimetrici.

Analisi ed interpretazione dei diagrammi di carotaggio.

Analisi ed interpretazione di dromocroni e sismogrammi.

Interpretazione dei risultati di un rilievo geoelettrico.

Studio di strumenti ed apparecchiature ed impiego dei medesimi.

COSTRUZIONI DI MACCHINE E TECNOLOGIE

(Per coloro che non l'avessero ancora seguito al 4° anno).

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

Indirizzo a scelta: Esercizio miniere:

TECNOLOGIE METALLURGICHE

(Prof. MARIA LUCCO BORLERA)

Chimica analitica applicata ai metalli ed ai minerali. — Metodi di dissoluzione - Disgregazioni.

Ricerca qualitativa sistematica dei cationi e degli anioni - Saggi di riconoscimento per via secca.

Analisi quantitativa per via gravimetrica e per via volumetrica.

Principali metodi dell'analisi strumentale.

Leggi chimico-fisiche e diagrammi di stato di interesse metallurgico. — Diagramma ferro-carbonio - Rilevamento dei diagrammi di stato: analisi termica, dilatometrica, röntgenografica, micrografica.

Metallurgia estrattiva. — Riducibilità degli ossidi riferita all'energia di formazione - Processi di riduzione per via ignea.

Metallurgie da solfuri, per precipitazione, per torrefazione, per reazione - Trattamento della blenda e della galena - Utilizzazione delle ceneri di piriti.

Forni usati nei processi metallurgici - Sistemi di arricchimento dei minerali e trattamenti preliminari - Processo Dwight Lloyd e processo Renn Krupp.

Siderurgia. — Minerali di ferro e loro requisiti per l'utilizzazione - Produzione della ghisa: alto forno e forno elettrico - Riduzione degli ossidi di ferro e reazioni nell'altoforno - Preaffinazione della ghisa in mescolatore - Desolfurazione - Produzione dell'acciaio - Affinazione al Martin e al convertitore - Disossidazione e calmaggio degli acciai - Produzione di ferroleghe e seconda fusione della ghisa.

Acciai. — Acciai al carbonio - Trattamenti termici degli acciai: ricottura, normalizzazione, tempra, rinvenimento - Acciai speciali - Acciai al nichel, cromo, manganese, silicio - Loro struttura, trattamenti termici e caratteristiche di impiego.

Ghise. — Struttura delle ghise - Ghise da getto - Ghise legate - Trattamenti di malleabilizzazione e sferoidizzazione della ghisa.

Alluminio. — Bauxiti e loro requisiti per l'utilizzazione nei processi Bayer e Haglund - Elettrolisi dell'allumina - Raffinazione elettrolitica dell'alluminio - Leghe di alluminio da getto e da trattamento termico.

Manganese. — Minerali e loro utilizzazione per via idrometallurgica - Processo Leaver all'anidride solforosa - Processo al ditionato di calcio - Processo Bradley-Fith all'ammoniaca - Processo Nossen all'acido nitrico - Processo Dean al carbammato.

Rame. — Minerali solforati e ossidati, loro requisiti per l'utilizzazione - Metallurgia per via ignea - Idrometallurgia: lisciviazione con acido solforico e carbonato ammonico: in loco, in catasta, per percolazione, per agitazione - Separazione del rame dalle liscivie - Precipitazione per cementazione e processo elettrolitico.

Zinco. — Minerali - Preparazione elettrolitica - Processo Tainton e processo Anaconda.

Magnesio. — Preparazione del cloruro di magnesio e produzione elettrolitica del magnesio - Magnesio dall'acqua di mare.

Uranio. — Minerali - Processo classico per la produzione dell'ossido.

Ottenimento dell'uranio dall'ossido e dal tetrafluoruro - Decomposizione termica del tetraioduro di uranio - Produzione dell'uranio metallico per elettrolisi.

Estrazione con solventi e con resine a scambio ionico.

Metallurgia del torio e cenni sulla metallurgia del molibdeno.

Comportamento in opera, controlli e protezione dei minerali metallici. — Resistenza a fatica dei materiali metallici - Comportamento delle leghe ad alta tempe-

ratura: fenomeni di scorrimento viscoso - Prove meccaniche e controlli sui metalli - Analisi macro e micrografica - Prove di durezza e microdurezza.

Corrosione dei metalli e fenomeni di ossidazione a bassa e alta temperatura - Decapaggio e protezione delle superfici metalliche.

Zincatura, protezioni anodiche e protezioni galvaniche.

Esercitazioni di tecnologie metallurgiche.

1. *Analisi qualitativa e quantitativa.* — Metodi di analisi - Precipitazione e separazione dei gruppi analitici - Metodi di riconoscimento per via secca - Analisi quantitativa gravimetrica: raccolta, lavaggio e calcinazione dei precipitati - Analisi volumetrica - Soluzioni titolate - Uso degli indicatori - Acidimetria, alcalimetria, iodometria e altri procedimenti volumetrici.

2. *Analisi chimica applicata.* — Analisi dei calcari e delle dolomiti - Disgregazione dei minerali costituiti da silicati - Analisi delle argille e delle bauxiti - Analisi dei minerali di ferro e dei metalli ferrosi - Dosamento volumetrico del manganese e precipitazione del nichel con dimetilgliossima - Analisi delle leghe e dei minerali di piombo, zinco e stagno - Dosamento del cromo nelle cromiti - Analisi gravimetrica ed elettrolitica del rame; bronzi, ottoni duralluminio.

3. *Analisi metallografica.* — Preparazione dei provini, attacco chimico ed elettrochimico - Esame micrografico dell'acciaio e dei metalli non ferrosi.

4. *Analisi strumentale.* — Rilevamento di diagrammi di stato e punti critici per via dilatometrica e mediante analisi termica - Dimostrazione di analisi röntgenografica - Prove di durezza e microdurezza.

Indirizzo a scelta: Esercizio miniere:

TECNICA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

Indirizzo a scelta: Idrocarburi:

TECNICA DEI GIACIMENTI DI IDROCARBURI

(Prof. GIOVANNI BALDINI)

Introduzione. — Generalità: sviluppi della ingegneria di giacimento come propedeutica alla coltivazione dei campi di idrocarburi - Scopi e limiti del corso.

Condizioni idrodinamiche, geologiche, strutturali e petrografiche per l'accumulo degli idrocarburi nei giacimenti.

Temperatura e pressione dei giacimenti di idrocarburi e loro influenza sulle condizioni di accumulo e di coltivazione.

Cenni sulle proprietà fisiche e chimiche degli idrocarburi.

I - Proprietà specifiche delle rocce serbatoio - Meccanica del flusso monofase.

Tipi e valori limiti di porosità; fattore di resistività delle rocce di giacimento - Correlazione fra porosità e fattore di resistività - Determinazione della porosità.

Cubatura volumetrica dei giacimenti di idrocarburi; calcolo delle riserve iniziali.

Permeabilità assoluta delle rocce: cause di variazione della permeabilità assoluta - Effetto Klinkenberg.

Condizioni e caratteristiche di flusso dei fluidi nei mezzi porosi.

Flusso monofase, permanente, parallelo e convergente, di liquidi e di gas nei mezzi porosi - Permeabilità risultanti di formazioni in parallelo ed in serie - Equazione teorica ed equazione reale della portata di gas nei giacimenti a flusso stabilizzato; prove di produzione; metodo « isocrono » per l'interpretazione delle prove di produzione.

Cenni sulla teoria di Houpeurt dei condotti a forma troncoconica ripetuta: correlazioni fra parametri morfologici e reologici delle rocce serbatoio.

Flusso monofase non permanente: equazioni di diffusività per il flusso di fluidi poco comprensibili e dei gas, parallelo e convergente - Distanze ridotte e tempi ridotti (o adimensionali) dei giacimenti.

Della sorgente puntiforme, istantanea e continua.

Soluzioni dell'equazione di diffusività per il flusso di fluidi poco comprensibili: di Bronscombe-Collins per giacimenti di tipo volumetrico, di Homer per zone di drenaggio a raggio infinito - Soluzioni generali di Van Everdingen-Hurst: caso della pressione terminale nota e della portata terminale nota - Calcolo dell'invasione di acqua nei giacimenti - Soluzioni dell'equazione di diffusività per il flusso dei gas.

I transienti di pressione nei giacimenti per il flusso non permanente, in comparazione con la distribuzione di pressione nel flusso permanente - Calcolo della pressione media nei giacimenti durante il flusso e dei tempi di riassetto.

Determinazione, significato e interpretazione delle curve di risalita della pressione nei pozzi, per i greggi ad olio e per i gas naturali, in giacimenti di estensione sia illimitata che limitata.

Modelli analogici per lo studio del flusso omogeneo nei mezzi porosi, permanente e transitorio.

II - Proprietà specifiche dei fluidi di giacimento.

Condizioni e caratteristiche delle acque di formazione e delle acque circostanti al giacimento.

Campionamento dei greggi e dei gas a condensati, di fondo e di superficie - Metodo del « test-car » e del campione ricostituito - Analisi della composizione e determinazioni sperimentali di volume, pressione e temperatura dei fluidi di giacimento.

Il gas in soluzione negli idrocarburi: liberazione del gas, differenziale e monostadio.

Studio del comportamento di fase degli idrocarburi: le costanti di equilibrio - Calcolo dei diagrammi di stato di miscele a due ed a più componenti, in funzione delle loro percentuali molari.

Il fenomeno della condensazione retrograda.

I giacimenti a gas secco, a gas umido, a gas a condensati, a gas condensati.

I giacimenti di greggi sottosaturi e di greggi sovrasaturi; di idrocarburi a componenti dotati di volatilità prossima o molto diversa.

Compressibilità dei fluidi di giacimento: energia di espansione dei giacimenti.

III - Proprietà di complesso dei sistemi fluidi-roccie serbatoio - Elementi di meccanica del flusso a più fasi.

La saturazione dei fluidi in giacimento: determinazione della variazione del volume poroso e della saturazione dei fluidi, al procedere della coltivazione.

Permeabilità effettive e permeabilità relative per il flusso contemporaneo di due fasi.

Le condizioni microscopiche dello spiazzamento dei fluidi nei mezzi porosi: risultati di Burkley-Leverett, di Welge e di Rapoport e Leas.

Determinazione delle permeabilità relative per mezzo dei dati di produzione e di laboratorio, per il flusso permanente e per quello non permanente.

Tensioni superficiali e tensioni interfacciali dei fluidi - L'espressione di Laplace della pressione capillare; le pressioni capillari e di spiazzamento nei capillari e nei

mezzi porosi - Correlazione tra permeabilità e saturazione irreducibile di acqua per i giacimenti.

Zone di transizione acqua-olio ed olio-gas - Determinazione delle pressioni capillari: metodo dello stato ripristinato e metodo per iniezione di mercurio.

Correlazioni di Iffly fra parametri delle pressioni capillari ed equazioni di flusso stabilizzato dei gas - Correlazioni fra parametri della curva delle pressioni capillari e permeabilità relative.

Condizioni di flusso contemporaneo di due fasi: determinazione delle saturazioni e delle permeabilità relative in giacimento nel flusso contemporaneo di due fasi.

IV - Programmazione della coltivazione dei giacimenti di idrocarburi.

Programmazione della coltivazione dei giacimenti senza spinta d'acqua: a gas secco e ad olio in condizioni di sovrasaturazione - Determinazione della variazione del volume poroso di giacimento, in base al declino di pressioni ed all'influsso cumulativo d'acqua in giacimento: bilanci quantitativi ed indici di spinta dei giacimenti.

Programmazione della coltivazione dei giacimenti con spinta d'acqua: a gas secco, ad olio sottosaturato e ad olio con cappa di gas.

Spiazzamento dei fluidi nei mezzi porosi bagnati preferenzialmente dall'acqua o dall'olio: costruzioni grafiche di Pirson per lo spiazzamento omogeneo.

Risultati di Stiles e di Dyskra-Parsons per lo spiazzamento macroscopico: quota di giacimento invaso dal fluido spiazzante.

Caratteristiche della coltivazione dei giacimenti di greggi per spiazzamento con fluidi non miscibili - Coltivazione dei giacimenti a gas condensato per ciclagioni, e di giacimenti di greggio per iniezione di acqua - Coltivazione di giacimenti per spiazzamento miscibile - Coltivazione dei giacimenti fratturati - Metodi e condizioni speciali di coltivazione di giacimenti di idrocarburi.

Metodi sperimentali per lo studio dei giacimenti di idrocarburi.

Quadro riassuntivo delle determinazioni delle proprietà dei giacimenti di idrocarburi.

Esercitazioni.

a) di calcolo:

Studio della variazione di parametri fisici degli idrocarburi e di miscele di idrocarburi in funzione della pressione, con particolare riguardo alla determinazione del comportamento di stato delle miscele in rapporto ai fenomeni connessi con la coltivazione dei giacimenti ed alla separazione degli idrocarburi.

Determinazione dei valori di pressione nei giacimenti nelle condizioni di flusso permanente e non permanente.

Interpretazione di risultati sperimentali e di dati di produzione rilevati durante la coltivazione di giacimenti; curve di risalita della pressione, prove di produzione, storie di produzione - Valutazione dell'invasione d'acqua in giacimento.

Cubatura volumetrica e bilancio quantitativo dei giacimenti; determinazione del declino di pressione in funzione della produzione cumulativa per i vari tipi di giacimento.

Progetto di coltivazione secondaria per iniezione d'acqua.

Analisi di problemi di spiazzamento.

b) sperimentali:

Determinazioni di porosità e di permeabilità assoluta delle rocce.

Determinazioni di viscosità, di tensione superficiale ed interfacciale e dei punti di bolla e di rugiada di miscele di idrocarburi.

Determinazioni varie su altri parametri fra cui: pressione capillare, bagnabilità frazionaria all'acqua, permeabilità relative in regime stazionario ed in regime transitorio.

Studi con modelli analogici e con modelli in similitudine di problemi di spiazzamento di olio dai mezzi porosi.

Indirizzo a scelta: Idrocarburi:

PRODUZIONE DEGLI IDROCARBURI

(Prof. RICCARDO VARVELLI)

- Caratteristiche chimico-fisiche degli idrocarburi.
- Condizione degli idrocarburi in giacimento.
- Caratteristiche chimico-fisiche delle rocce serbatoio.
- Morfologia dei giacimenti petroliferi.
- Meccanica di produzione nei giacimenti ad olio ed a gas.
- Completamento, singolo o multiplo, permanente o selettivo, di un pozzo petrolifero.
- Operazioni di perforazione della colonna di rivestimento (casing).
- Calcolo della portata di fluido attraverso gli spari della colonna di rivestimento.
- Iniezione sotto pressione di malta cementizia in strato (squeeze).
- Composizione di una batteria di tubi di produzione (tubing).
- Calcolo delle sollecitazioni di una batteria di produzione.
- Inflangiatura di superficie di una batteria di produzione.
- Calcolo della energia necessaria per il comando automatico di una inflangiatura.
- Andamento della pressione lungo la batteria di produzione (Metodo di Poettman e Carpenter).
- Stimolazione dei pozzi petroliferi per acidificazione o per fratturazione idraulica.
- Calcolo dell'area fratturata.
- Consolidamento delle sabbie di strato.
- Produzione artificiale dell'olio.
- Pompamento con astine entro un pozzo ad olio.
- Calcolo dei carichi massimi sulla batteria di astine.
- Calcolo della frequenza naturale della batteria di astine.
- Progettazione di un cavalletto per pompamento.
- Produzione artificiale con spinta di gas (gas lift).
- Posizionamento delle valvole per iniezione di gas in pozzo.
- Dimensionamento di una valvola per iniezione di gas.
- Separazione in superficie del gas, dell'olio e dell'acqua.
- Calcolo di un separatore.
- Trattamento superficiale dell'olio e del gas.
- Disidratazione dell'olio e del gas.
- Oleodotti a gasdotti.
- Valvole di sicurezza.
- Valvole di regolazione.
- Calcolo delle perdite di carico entro condotte e valvole.
- Stoccaggio dell'olio greggio e del gas naturale.

Indirizzo a scelta: Prospezione:

ANALISI DEI MINERALI

(Prof. ELIO MATTEUCCI)

Introduzione. — L'analisi dei minerali come mezzo di prospezione geomineraria ed in particolare per la prospezione geochimica.

Analisi elementare per via chimica - Analisi mineralogica per via ottica e per via diffrattometrica - Rapporti tra l'analisi mineralogica e l'analisi degli elementi in un campione minerario ed in una roccia.

Analisi elementare qualitativa. — Disgregazione analitica con particolare riguardo alla disgregazione dei minerali - Identificazione degli ioni analitici e delle molecole analitiche - Prodotto di solubilità e precipitazione.

Reazioni analitiche dei principali elementi ordinati secondo il sistema periodico. Procedimento sistematico di analisi qualitativa per via umida.

Analisi elementare quantitativa. — Analisi quantitativa per via gravimetrica - Considerazioni sulle relative operazioni analitiche principali: preparazione del campione, pesata, separazioni per precipitazione, per estrazione, per scambio ionico, raccolta dei precipitati, calcinazione dei precipitati.

Analisi quantitativa per via volumetrica - Considerazioni sulle operazioni, sugli strumenti e sui calcoli propri della volumetria.

Titolazioni alcali-acidimetriche, titolazioni ossido-riduttometriche.

Titolazioni complessometriche: generalità sui complessi - Reazioni di formazione dei complessi metallici, indicatori metallici - Curve di titolazione - Calcoli relativi.

L'analisi quantitativa dei silicati e delle rocce limitatamente ai principali ossidi.

Considerazioni sugli errori nel prelievamento, nella macinazione e durante l'analisi di una roccia o di un campione minerario.

Calcoli interpretativi dei risultati delle analisi elementari delle rocce: rappresentazioni diagrammatiche e normative.

Analisi strumentale. — Metodi spettrofotometrici per assorbimento - Principi ed apparecchi - Determinazioni colorimetriche, fotocolorimetriche, spettrofotometriche.

Metodi spettrofotometrici per emissione - Principi ed apparecchi - Determinazioni flammofotometriche spettrografiche classiche e röntgenspettrografiche.

Metodi elettrochimici - Principi ed apparecchi - Determinazioni elettrolitiche, polarografiche, amperometriche, potenziometriche e conduttometriche.

Metodo spettrografico di massa.

Metodo per attivazione neutronica.

Analisi mineralogica. — I metodi dell'analisi mineralogica qualitativa e quantitativa - Richiami ai mezzi ottici per l'analisi mineralogica quantitativa - Diffratometria qualitativa e quantitativa - Principi ed apparecchi.

Raffronto tra risultati dell'analisi mineralogica e dell'analisi elementare e loro interpretazione geologico-mineraria ai fini della prospezione.

Analisi tecniche di minerali di interesse minerario ed industriale. — Procedimenti per lo studio completo di calcari e marne, di minerali di ferro, di piombo, di zinco, di rame, di nichelio, di mercurio.

Esercitazioni.

Alle lezioni fanno riscontro esercitazioni settimanali sistematiche aventi lo scopo di dare al corso carattere fondamentalmente applicativo e di far sì che gli studenti imparino ad usare i principali strumenti del laboratorio analitico chimico, nonché gli apparecchi per l'analisi strumentale ed apprendano praticamente le tecniche analitiche qualitative e quantitative, elementari e mineralogiche, classiche e strumentali, i cui principi formano argomento delle lezioni.

Dopo una breve serie di analisi chimiche qualitative e quantitative di sostanze pure e dopo alcune esercitazioni sull'uso degli strumenti analitici, lo studente è chiamato ad eseguire studi completi di minerali o rocce aventi interesse minerario.

Indirizzo a scelta: Prospezione:

PROSPEZIONE GEOMINERARIA

(Prof. ENEA OCCELLA)

1. *Il rilevamento geologico ed i rilevamenti speciali* (geoidrologico, geoagrológico, geominerario, geotecnico, geoapplicativo).

Fattori oggettivi e soggettivi, finalità, condizioni di ambiente di lavoro.

La preparazione remota; le attrezzature per l'orientamento topografico, per

l'identificazione delle formazioni, la campionatura, e gli esami sommari sul terreno; l'equipaggiamento generale del prospektore.

La rete degli itinerari per la ricognizione ed il rilevamento; le annotazioni e la documentazione con campioni. - La fotografia panoramica e di dettaglio; la fotografia aerea e la fotogeologia.

L'esame petrografico dei campioni raccolti nelle campagne di prospezione; gli esami minerografici, psammografici, micropaleontologici, chimici e microchimici, strumentali.

La redazione di relazioni tecniche geognostiche ed a fine geominerario.

2. La cartografia geologica e le mappazioni; stratimetria.

La compilazione di rappresentazioni cartografiche geologiche; scale e tipi di carte geologiche; profili e rappresentazioni tridimensionali; simbologia tipica.

Rappresentazioni quotate di strutture sepolte e di loro disturbi stratigrafici.

Stratimetria; coordinate e parametri stratimetrici convenzionali; problemi stratimetrici fondamentali, risolvibili con l'ausilio delle proiezioni quotate: affioramenti, assestamenti strutturali e disturbi stratigrafici.

3. Correlazioni tra ambienti geologico-petrografici e concentrazioni utili.

Prospezione di formazioni sedimentogene: rilevamento e coordinamento di dati litomineralogici e di tessitura, morfometrici, analitici; minerali « residuali » - Indagini sulla provenienza e sui processi di convogliamento dei sedimenti terrigeni: anomalie, irregolarità, rimaneggiamenti, trasformazioni esogene.

I sedimenti chimici ed organogeni, nei loro vari ambienti.

Prospezione di formazioni magmatiche: osservazioni sulle formazioni intrusive ed effusive; le zone di contatto magmatico; elaborazione dei parametri magmatici.

Prospezione di formazioni metamorfogene; osservazioni sulla composizione, tessitura, caratteri tettonici, accidenti locali.

Ricerche in scala regionale: controlli strutturali, zonalità, metallogenia cronologica; aspetti statistici della distribuzione dei giacimenti: criteri di probabilità, possibilità, impossibilità circa l'esistenza di formazioni utili in un ambiente geologico.

Ricerche in scala locale: controlli della dispersione superficiale, anche in rapporto all'alterazione di superficie: guide mineralogiche e geologiche.

4. Il rilevamento geominerario.

Criteri per la determinazione della posizione, della configurazione e delle dimensioni dei corpi mineralizzati - Rapporti con le incassature e le matrici.

Campionatura delle concentrazioni di minerali utili, ai fini dello studio giacimentologico e della valutazione industriale dei tenori.

Valutazione dimensionale dei corpi mineralizzati (cubatura); assaggi e sondaggi esplorativi; prospezione geofisica: assistenza alle operazioni e collaborazione all'interpretazione dei risultati.

Il rilevamento geochimico: attrezzature di campagna e relativi saggi; attrezzature per il prelievo di campioni; metodi d'indagine per la ricerca di metalli tipici; determinazioni analitiche strumentali.

Anomalie geochimiche primarie e secondarie; rapporti geochimici fra gli elementi delle rocce incassanti, dei minerali utili e delle ganghe nei depositi magmatici e sedimentogeni.

5. Elementi tecnico-economici nella prospezione geomineraria.

Nozioni di calcolo attuariale necessarie al prospektore minerario e loro applicazione per la valutazione economica dei depositi minerali.

Elementi per la determinazione della coltivabilità dei depositi minerali, in rapporto alle tecniche estrattive ed ai criteri di arricchimento ed estrazione dei metalli.

6. Il rilevamento geoidrologico ed a fini geoapplicativi.

Cenni di idrologia applicata: la ricerca e la captazione delle acque del sottosuolo.

Le acque minerali e termali e la loro valorizzazione.

Criteri per la prospezione delle regioni d'imposta di grandi opere di ingegneria civile; intervento e collaborazione del prospettore nelle fasi di progettazione orientativa ed esecutiva, di preventivazione dei costi, di esecuzione delle opere.

Studio di fenomeni franosi, a giorno ed in sotterraneo; indagini geologiche e proposte di lavori di bonifica dei terreni franosi.

Esercitazioni.

a) di calcolo e progetto:

Problemi stratimetrici fondamentali; interpretazione di rappresentazioni cartografiche; tracciamento di profili; cubatura e valutazione dei giacimenti minerali.

b) di campagna:

Osservazioni dirette sul terreno, per la prospezione geologica e geomineraria, relative a formazioni rocciose e mineralizzazioni utili - Visite ad opere di ingegneria interessanti l'attività del prospettore, anche in campo geoapplicativo.

c) di laboratorio:

Determinazioni di proprietà fisiche, chimiche e petrografiche di campioni di rocce, mineralizzazioni e terreni prelevati nelle campagne di prospezione.

CORSO PER LAUREA IN INGEGNERIA NUCLEARE

III ANNO

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

MECCANICA DELLE MACCHINE

(Vedi insegnamento di Meccanica Applicata alle Macchine del corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

FISICA TECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

ELETTROTECNICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

CHIMICA APPLICATA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

TECNOLOGIA MECCANICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

DISEGNO MECCANICO

(Gli studenti che non lo avessero già seguito sono tenuti a seguire lo stesso insegnamento impartito nel Biennio propedeutico).

IV ANNO

FISICA ATOMICA

(Prof. CLAUDIO OLDANO)

Cenni di teoria della relatività ristretta - Trasformazioni di Lorentz - Analisi del concetto di contemporaneità - Contrazione delle lunghezze e dilatazione del tempo - Meccanica relativistica - Variazione della massa - Energia cinetica relativistica - Relazione tra massa ed energia.

Sviluppo del concetto di atomo - Teoria cinetica dei gas - Pressione e temperatura del gas perfetto monoatomico - Principio di equipartizione dell'energia - Calore specifico dei gas perfetti e del solido cristallino.

Determinazione del numero di Avogadro.

Elettrone - Carica dell'elettrone - Rapporto e/m - Massa dell'elettrone - Variazione relativistica della massa dell'elettrone.

Spettrografo di massa.

Impossibilità di una teoria completamente corpuscolare della luce - Spettro del corpo nero.

Effetto fotoelettrico - Fotoelettroni.

Effetto Compton.

Energia irradiata da una carica accelerata - Diffusione di Raggi X.

Modelli atomici J. J. Thomson e di Rutherford.

Serie spettrali - Costante di Rydberg - Ipotesi di Bohr - Stati quantici e livelli energetici - Atomo idrogenoide - Teoria di Sommerfeld.

Meccanica ondulatoria - Lunghezza d'onda di De Broglie - Diffrazione degli elettroni - Esperienza di Davisson e Germer - Diffrazione di molecole.

Equazione dell'onda piana - Velocità di fase e di gruppo - Trasformata di Fourier - Principio di indeterminazione di Heisenberg.

Equazione di Schrödinger.

Autovalori, autofunzioni - Normalizzazione delle autofunzioni.

Equazione unidimensionale di Schrödinger - Particella di energia determinata e non soggetta a forze - Gradino di potenziale - Ceno sulla emissione elettronica a freddo - Particella tra due barriere di potenziale - Parità.

Problemi a tre dimensioni - Particella in una scatola parallelepipedica - Numeri quantici.

Equazione di Schrödinger per l'atomo di idrogeno.
 Quantizzazione del momento angolare - Spin.
 Atomi con molti elettroni - Interpretazione della tabella periodica degli elementi secondo la meccanica quantistica.
 Momenti magnetici - Effetto di un campo magnetico su un atomo - Effetto Zeemann secondo la teoria quantistica - Fattore di Landé - Esperienza di Stern-Gerlach.
 Regole di selezione - Spettri atomici - Spettri atomici dei metalli alcalini - Struttura fine.
 Raggi X - Diffusione dei raggi X - Spettri di raggi X - Origine dei raggi X monocromatici - Livelli di energia - Spettro X continuo - Assorbimento, diffusione e rifrazione dei raggi X - Scattering Compton dei raggi X - Effetto Auger.
 Gas di elettroni - Statistica di Fermi.
 Emissione di elettroni dai metalli.
 Proprietà magnetiche e conduttività elettrica dei metalli.
 Superconduttività - Semiconduttori - Transistori.

Esercitazioni di fisica atomica.

Determinazione della carica dell'elettrone.
 Determinazione del rapporto e/m .
 Determinazione della costante di Rydberg.
 Effetto Compton.
 Determinazione del rapporto h/e .
 Esperienza di Franck ed Hertz.
 Separazione di isotopi.
 Microscopio a emissione fredda.
 Misura di una lunghezza d'onda con l'interferometro di Michelson.
 Produzione di elettroni secondari in camera a nebbia per effetto di raggi X.

MACCHINE - I

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica).

FISICA NUCLEARE

(Prof. GIUSEPPE LOVERA)

Radioattività. — Raggi α , β , γ - Leggi dello spostamento radioattivo - Legge di Schweidler - Tempo di dimezzamento; vita media - Fluttuazioni statistiche - Disintegrazioni in catena; equilibrio radioattivo - Metodi di misurazione del tempo di dimezzamento - Famiglie radioattive - Età di minerali e rocce radioattive - Età dell'universo.

Dispositivi rivelatori delle radiazioni ionizzanti. — Metodi calorimetrici - Camera di ionizzazione in corrente continua, e ad impulsi - Rivelatori a semiconduttore - Rivelatori a filo: regime proporzionale; regime di Geiger e Müller - Rivelatori in coincidenza ed in anticoincidenza - Rivelatori a scintillazione - Rivelatori ad effetto Cerenkov - Camera a nebbia: ad espansione, ed a diffusione - Camera a bolle - Emulsioni fotografiche nucleari - Camera a scintille - Camera a luminescenza - Spettrografo magnetico.

Primi fenomeni nucleari provocati. — Prime reazioni nucleari - Scoperta del neutrone; dell'elettrone positivo - Radioattività artificiale.

Acceleratori di particelle. — Tubo acceleratore di Cockroft e Walton - Generatore elettrostatico di van de Graaff - Ciclotrone - Sincrociclotrone - Betatrone - Sincrotrone per elettroni, e per protoni - Acceleratore lineare a risonanza.

Struttura del nucleo atomico e modelli nucleari — Ipotesi fondamentali sulla struttura dei nuclei - Spettrografia di massa - Difetto di massa ed energia di legame nucleare - Energia di separazione - Proprietà generali delle forze nucleari - Simmetria rispetto alla carica; ed indipendenza dalla carica - Modello nucleare a goccia - Numeri quantici di un nucleone in un nucleo - Spin isobarico - Momento elettrico di quadrupolo - Modello a strati del nucleo - Cenno sui modelli nucleari collettivi.

La radiazione α . — Ionizzazione da parte di una particella carica in un mezzo materiale - Scattering - Spettri di energia dei raggi α - Teoria di Gamow della emissione α .

La radiazione β . — Interazioni dei raggi β in un mezzo materiale - Spettro di energia dei raggi β - Ipotesi del neutrino - Cenni sulla teoria di Fermi della emissione β .

La radiazione γ . — Interazioni dei raggi γ in un mezzo materiale - Materializzazione dei fotoni - Positronio - Analisi spettrale della radiazione γ - Teoria della emissione γ .

I mesoni e le forze nucleari — Vari tipi di mesoni e loro proprietà - Iperoni.

Le reazioni nucleari. — Metodi di osservazione - Energia di reazione - Nucleo composto - Sezione d'urto - Risonanza - Cenni di fisica dei neutroni - Reazioni ordinarie prodotte dai neutroni - Elementi transuranici - Fissione - Reazioni nucleari a catena, controllate e non controllate - Reazioni termonucleari, gradualmente od esplosive.

Esercitazioni pratiche di Fisica nucleare.

Curva caratteristica di un rivelatore G. M.
Distribuzione statistica delle fluttuazioni di conteggio.
Tempo di risoluzione di un rivelatore G. M.
Radioattività atmosferica: prelievo di un campione e curva di disattivazione.
Emulsioni nucleari: lunghezza di una traccia, ed energia corrispondente.
Camera di ionizzazione: curva corrente - Tensione; percorso delle particelle α nell'aria; curva di disattivazione del Tn.
Assorbimento della radiazione beta.
Rivelatori di G. M. in coincidenza.
Attivazione dell'argento con neutroni lenti; azione schermante del cadmio.
Spettro di energia di particelle alfa, con un rivelatore a semiconduttore.

CHIMICA DEGLI IMPIANTI NUCLEARI

(Prof. ROLANDO RICAMONTI)

Attinidi - Proprietà generali: valenza, formazione di complessi, idrolisi.
Metodi generali di separazione di composti; fattore di separazione - Separazione con metodi chimici - Resine scambiatrici di ioni - Cristallizzazione frazionata - Fusione a zone - Equilibri liquido-vapore - Estrazione con solvente - Assorbimento di gas con liquidi o solidi.

Processi in controcorrente - Calcolo analitico e grafico del numero di stadi; applicazione all'estrazione con solventi ed alla distillazione - Calcolo delle unità di trasferimento - Apparecchiature per la distillazione e l'estrazione con solventi.

Materiali fertili e fissili - Tecnologia e proprietà dell'uranio, del torio e del plutonio.

Moderatori e riflettori - Proprietà generali - Grafite, berillio, acqua: preparazione, purificazione.

Materiali refrigeranti - Proprietà generali - Refrigeranti organici, sali fusi, metalli fusi, gas: caratteristiche di impiego.

Materiali per il controllo del reattore - Caratteristiche - Boro, cadmio.

Materiali per schermatura - Proprietà generali - Cemento e sue aggiunte; acqua; metalli: niobio, tantalio.

Materiali per incamiciatura - Caratteristiche - Alluminio, acciaio inossidabile, zirconio, magnesio - Materiali di contatto fra uranio ed incamiciatura.

Materiali per strutture varie del reattore - Proprietà generali - Tecnologia e proprietà del vanadio, del molibdeno e del titanio - Resine sintetiche - Lubrificanti.

Azione delle radiazioni sui metalli, sulle resine sintetiche, sulle sostanze organiche e sulle soluzioni - Fenomeni di corrosione e di erosione.

Rigenerazione dell'uranio irradiato - Metodi ad umido - Generalità - Dissoluzione delle sbarre di uranio - Metodi di precipitazione - Metodi per estrazione con solventi; tipi di solventi - Cicli di rigenerazione: Purex, Redox, T.T.A., esone 25, TBP 25, Thorex - Purificazione dei solventi.

Rigenerazione dell'uranio irradiato: altri metodi - Distillazione di fluoroderivati; volatilizzazione ad alta temperatura; estrazione con metalli liquidi; scorificazione con ossidi o con alogenuri; elettrolisi; fusione a zone.

Trattamento delle acque di scarico degli impianti nucleari: ad alto, a medio ed a basso livello radioattivo.

Separazione degli isotopi - Generalità - Calcolo di una cascata - Cascata ideale.

Deuterio ed acqua pesante - Proprietà ed analisi - Separazione per distillazione, per elettrolisi, per scambio isotopico: processi combinati ed a due temperature.

Separazione isotopi dell'uranio - Diffusione gassosa, termodiffusione, diffusione attraverso membrane, ultracentrifugazione.

COSTRUZIONE DI MACCHINE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

IDRAULICA

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Aeronautica).

FISICA DEL REATTORE NUCLEARE

(Prof. LUCIANO ORSONI)

1. Introduzione

- 1.1. Richiami sulla costituzione dei nuclei atomici.
- 1.2. Il difetto di massa e l'energia di legame.
- 1.3. La densità di probabilità dei fenomeni fisici e la funzione delta di Dirac.
- 1.4. La radioattività, e altri fenomeni fisici che interessano i reattori nucleari.

2. La interazione dei neutroni coi nuclei atomici.

- 2.1. Le interazioni dei neutroni colla materia in generale.
- 2.2. Generalità sullo scattering elastico.

- 2.3. Conseguenze delle leggi generali dello scattering elastico.
 - 2.4. La letargia - Il libero cammino medio di trasporto - La cattura - I materiali fertili.
 - 2.5. Generalità sulla fissione - I prodotti di fissione.
 - 2.6. I neutroni prodotti dalla fissione.
 - 2.7. L'energia prodotta dalla fissione e dalla fusione.
 - 2.8. La potenza « ritardata » dovuta ai prodotti di fissione - La distribuzione angolare dei neutroni secondari.
 - 2.9. I neutroni termici - Loro energia convenzionale.
 - 2.10. Numero medio di neutroni secondari per collisione e per unità di percorso - La rappresentazione analitica dei campi neutronici.
 - 2.11 La valutazione dei parametri nucleari di miscele di nuclei diversi.
3. *I campi neutronici che interessano il reattore nucleare.*
- 3.1. La reazione a catena di fissione in generale.
 - 3.2. Le probabilità di contenimento - Le varie definizioni del fattore di moltiplicazione e del tempo di generazione.
 - 3.3. La equazione integro-differenziale del trasporto neutronico.
 - 3.4. La correlazione esistente fra il flusso neutronico e le correnti neutroniche parziali.
 - 3.5. La equazione della diffusione dei neutroni.
 - 3.6. Le condizioni al contorno della equazione di diffusione.
 - 3.7. La equazione del rallentamento continuo dei neutroni senza cattura e in regime stazionario.
 - 3.8. La equazione del rallentamento continuo dei neutroni con cattura e in regime transitorio - La lunghezza di diffusione dei neutroni.
 - 3.9. La lunghezza di rallentamento - Il tempo di diffusione - Il tempo di rallentamento.
 - 3.10. La distanza di estrapolazione.
4. *Il calcolo dei parametri fondamentali dei reattori termici.*
- 4.1. Il fattore di fissione veloce nei reattori omogenei.
 - 4.2. Il fattore di fissione veloce nei reattori eterogenei.
 - 4.3. Il fattore di utilizzazione termica.
 - 4.4. Il fattore di trasparenza alle risonanze.
5. *La teoria generale dei reattori nudi.*
- 5.1. Le equazioni fondamentali dei reattori nudi secondo la teoria di Fermi.
 - 5.2. Il calcolo dei parametri noti della equazione critica di Fermi.
 - 5.3. Il reattore a strato piano infinito - Il reattore cubico.
 - 5.4. Il reattore sferico - Il reattore cilindrico.
 - 5.5. I grafici per la ottimizzazione dei reattori omogenei o eterogenei.
 - 5.6. Le probabilità di contenimento.
6. *La teoria dei reattori riflessi.*
- 6.1. Generalità sui reattori riflessi - La teoria ad un gruppo di neutroni.
 - 6.2. Il reattore sferico riflesso secondo la teoria ad un gruppo di neutroni.
 - 6.3. Il reattore cilindrico riflesso lateralmente secondo la teoria ad un gruppo di neutroni.
 - 6.4. Le equazioni generali dei reattori riflessi secondo la teoria a due gruppi di neutroni - La valutazione delle costanti di gruppo.
 - 6.5. La trattazione delle equazioni del nocciolo.
 - 6.6. La trattazione delle equazioni del riflettore.
 - 6.7. La equazione critica della teoria a due gruppi di neutroni.
7. *La dinamica dei reattori.*
- 7.1. Generalità sulla dinamica dei reattori.
 - 7.2. La dinamica dei reattori astraendo dai neutroni ritardati.

- 7.3. La teoria generale della dinamica dei reattori.
- 7.4. La valutazione delle costanti di tempo - I casi limite delle reattività « piccole » e delle reattività « grandi ».

8. I reattori di potenza.

- 8.1. Il collegamento fra il flusso e la potenza - Il coefficiente di reattività dovuto alla temperatura.
- 8.2. L'effetto dei prodotti di fissione - Definizione e calcolo dell'avvelenamento.

9. La teoria delle barre di controllo.

- 9.1. Buckling geometrico, reattività e condizioni al contorno.
- 9.2. Caso del reattore cilindrico con barra di controllo assiale totalmente immersa.
- 9.3. Caso del reattore cilindrico con corona di barre di controllo totalmente immerse.
- 9.4. Caso del reattore cilindrico, con barra di controllo assiale parzialmente immersa.

Esercitazioni.

1. Complementi di matematica.

- 1.1. Cenni sui sistemi ortogonali di funzioni e sugli sviluppi in serie di funzioni.
- 1.2. Soluzione dell'equazione di diffusione nelle geometrie fondamentali.
- 1.3. Cenni sulle trasformate integrali.

2. Complementi di fisica del neutrone dal punto di vista della Fisica del reattore.

- 2.1. Reazioni nucleari indotte da neutroni: sezioni d'urto per i vari processi nucleari e caratteristiche generali della loro dipendenza dall'energia.
- 2.2. Sezioni d'urto per neutroni termici.

3. Complementi ed esercitazioni sulla teoria del rallentamento e della diffusione dei neutroni.

- 3.1. Spettro neutronico in un moderatore omogeneo infinito.
- 3.2. Soluzione di alcuni problemi di diffusione e rallentamento.
- 3.3. Teorie a gruppi.

4. Esercizi sul calcolo dei reattori.

- 4.1. Calcolo del fattore di moltiplicazione (k_{∞}) per alcuni semplici sistemi.
- 4.2. Calcolo, in una approssimazione elementare, della reattività assorbita da una barra di controllo eccentrica in un reattore termico cilindrico.

5. Esercizi sulla dinamica dei reattori.

- 5.1. Risposta di un reattore ad una piccola variazione di reattività, di forma arbitraria.

6. Esperienze didattiche varie.

- 6.1. Determinazione della costante di decadimento del Cu^{62} .
- 6.2. Misura della sezione d'urto per la reazione $\text{Cu}^{63} (n, 2n) \text{Cu}^{62}$ indotta da neutroni di 14,7 MeV.
- 6.3. Misura dell'integrale di risonanza dell'Indio.
- 6.4. Esperienza di approccio alla criticità.
- 6.5. Determinazione statica del buckling radiale.
- 6.6. Determinazione statica del buckling assiale.

ELETTROTECNICA NUCLEARE

(Prof. MAURIZIO VALLAURI)

1. Nozioni generali sulla elettronica - Richiami sui circuiti elettrici lineari: principi di Kirchhoff, sovrapposizione, reciprocità, Helmholtz-Thévenin - Applicazioni.

Richiami sui determinanti e nozioni di calcolo delle matrici con principi di teoria dei quadripoli.

2. Richiami sulle funzioni di variabile complessa - Serie, integrale e trasformazione di Fourier - Trasformazione e antitrasformazione di Laplace con regole e teoremi fondamentali - Applicazioni.

3. I sistemi fisici lineari - Regime permanente e regime transitorio, funzione di trasferimento, guadagno, risposta a un gradino unitario, risposta in frequenza. Sistemi con reazione - Stabilità, criterio di Nyquist.

4. Richiami di fisica dei semiconduttori - Il transistor - Principio di funzionamento, parametri caratteristici, caratteristiche statiche e dinamiche - Circuiti equivalenti - Amplificatori con transistori - Stabilizzazione del punto di funzionamento a riposo - Cenni di tecnologia dei transistori.

Generalità sui tubi elettronici - Transistori e tubi elettronici: considerazioni comparative - Emissione termoionica, secondaria e fotoelettrica. Cenni di tecnologia dei tubi elettronici - Diodi a cristallo e diodi a vuoto - Applicazioni - Il triodo - Principio di funzionamento, parametri caratteristici, caratteristiche statiche e dinamiche - Circuiti equivalenti - Il triodo amplificatore e oscillatore.

Tubi con griglia schermo: circuiti equivalenti, e applicazioni fondamentali - Tubi speciali per dispositivi di conteggio.

5. Studio generale della reazione negli amplificatori - Reazione positiva e reazione negativa.

Inseguitore catodico, amplificatori differenziali - Amplificatori operazionali.

Trasformazione di forme d'onda - Circuiti differenziatori e integratori - Amplificatori per tensioni continue.

Circuiti generatori di forme d'onda speciali - Multivibratore astabile, monostabile, bistabile - Multivibratore induttivo.

6. L'elettronica nella tecnica nucleare.

Generalità sui rivelatori e metodi di rivelazione di radiazioni.

Amplificatore logaritmico, catene di rivelazione.

Amplificatori video a RC e amplificatori per impulsi.

Cenni sul rumore negli amplificatori.

Discriminazione di ampiezza degli impulsi: circuito bistabile di Schmitt.

Sistemi di comando della scala binaria; scala binaria e scala decadica - Il misuratore della cadenza di conteggio di impulsi (« counting rate meter ») - Circuiti di coincidenza e anticoincidenza.

7. Regolazione degli impianti nucleari.

La dinamica del reattore nucleare senza reazioni: risposta unitaria e risposta in frequenza.

Influssi della temperatura sulla dinamica del reattore e conseguenti reazioni che ne variano la risposta in frequenza.

Stabilità del reattore caldo.

Regolazione dei reattori di ricerca e di taluni tipici reattori di potenza: ad acqua in pressione, ad acqua bollente, a gas-grafite - Sistema di controllo automatico di un reattore e suoi principali componenti.

Problemi di controllo di esercizio di reattori nucleari: avviamento, controllo a potenza, spegnimento.

IMPIANTI NUCLEARI

(Prof. CARLO ARNEODO)

Mesi di novembre, dicembre.

Vantaggi e svantaggi dell'energia nucleare.

Sviluppi storici.

I primi reattori ad acqua leggera e uranio arricchito e relativi reticoli.

I primi reattori ad uranio naturale e grafite e relativi reticoli.

I reattori omogenei.

Altri tipi di reattore.

Mesi di gennaio, febbraio, marzo.

I reattori ad acqua bollente attuali: Spert, Dresden, Garigliano, Oyster Creek.

I reattori ad acqua in pressione: Indian Point, Trino, Savannah fino ai progetti attuali.

I reattori ad acqua pesante:

tipi canadesi, S. G. H. W. R., fino al Cirene ed al multicanale.

I reattori tipo AGR

Mesi di aprile, maggio.

I reattori veloci dall'E.B.R. fino all'Enrico Fermi, e a Dunreay.

I reattori a moderatore organico.

I reattori ad altissima temperatura.

MACCHINE - II

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica)

CALCOLO E PROGETTO DI MACCHINE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica)

A scelta:

TRASMISSIONE DEL CALORE

(Prof. CARLO ARNEODO)

Mesi di novembre, dicembre.

Trasmissione del calore in fase di « nucleate boiling »: fondamenti; tipi di formule; riprese fotografiche.

La crisi termica: (burn-out) discussione del fenomeno, formule qualitative.

Esperienze ed apparecchiature usate nel nostro Politecnico per lo studio della circolazione naturale.

Mesi di gennaio, febbraio, marzo.

Formule quantitative per il nucleate boiling ed il burn-out.

Cadute di pressioni monofasi.

Cadute di pressione bifasi e per accelerazione.

Esperimenti di circolazione naturale a pressione ipercritica.

Mesi di aprile, maggio.

Programmi per il calcolo delle cadute di pressione.

Flussi bifasi.

Questioni particolari: (ebollizione a film, formazione delle bolle).

A scelta:

TECNOLOGIE NUCLEARI

(Prof. CESARE MERLINI)

1. - Le radiazioni e la sicurezza.

1-1. Richiamo sulla natura delle radiazioni e loro interazione con la materia.

1-2. Effetto delle radiazioni:

effetto delle radiazioni sulle persone con cenni di dosimetria: irradiazione e contaminazione; fattori che influiscono sugli effetti biologici;

effetto delle radiazioni sui materiali: teoria ed esperimento; i difetti puntiformi; proprietà influenzate delle radiazioni; effetti sui combustibili; effetti sui moderatori, sui materiali strutturali e di rivestimento.

1-3. Protezione dalle radiazioni:

rilevazione e apparecchi adatti allo scopo: ionizzazione primaria e secondaria; controllo individuale e ispezione dei luoghi; apparecchi di rivelazione e apparecchi di misura.

Teoria, calcolo e costruzione degli schermaggi: attenuazione; calcolo di prima approssimazione; verifica; tensioni termiche; materiali per schemi;

schermo termico e schermo biologico nei reattori;

manipolazione a distanza di materiali radioattivi; le « celle calde », finestre schermanti; cenni ai telemanipolatori;

operazioni su materiali radioattivi in immersione;

controllo degli effluenti e sistemazione dei rifiuti;

organizzazione della sicurezza.

2. - Elementi di combustibile.

2-1. Progetto.

La scelta del combustibile: fattori neutronici, meccanici, termici e chimici - Uranio, Torio e Plutonio e loro proprietà - Combustibili metallici, ceramici e sotto forma di « Cermets »;

la scelta degli altri materiali dell'elemento: fattori neutronici, meccanici, termici e chimici - Alluminio, magnesio, zirconio, berillio, acciai e leghe, grafite;

le caratteristiche funzionali (dimensioni, scambio termico, durata, aspetti idraulici, corrosione, ecc.). Metodi di progetto;

il « bonding »; la sua importanza e le sue caratteristiche.

2-2. Descrizione e costruzione:

tipi di elementi combustibili e loro costruzione: a) lavorazione del combustibile; b) lavorazione della guaina; c) lavorazioni comuni - La chiusura della canna; la realizzazione del « bonding »;

montaggio degli elementi complessi; gli spaziatori.

2.3. Prove sugli elementi di combustibile:

cenno introduttivo; prove distruttive e prove non distruttive; circuiti di prova. prove sotto irraggiamento, prove di corrosione, shock, ecc.; prove di scambio termico.

3. - Barre di controllo.

3.1. Progetto:

i materiali assorbenti e loro scelta: barre di controllo e barre di sicurezza; il meccanismo di movimento.

3.2. Descrizione e costruzione:

forma delle barre;
loro lavorazione.

A scelta:

MISURE NUCLEARI

(Prof. FRANCESCA DEMICHELIS)

Rivelatori di radiazioni.

Caratteristiche dei cristalli scintillatori.

Metodi a scintillazione per la rivelazione di raggi gamma.

Assorbimento totale dei raggi gamma nei ricevitori e dispositivi ad anticoincidenza.

Fattori che influenzano la risoluzione dei ricevitori gamma a scintillazione.

Rivelatori a giunzione e loro applicazioni alla spettrometria di particelle.

Tecniche sperimentali nella investigazione del decadimento di nuclei radioattivi.

Analizzatori dell'ampiezza degli impulsi - Analizzatori a « gray-wedge » e multicanali.

Spettri di particelle beta - Fermi-Kurie plot. - Energia massima dei rami beta.

Determinazione dei coefficienti di conversione interna.

Correzioni da apportarsi agli spettri gamma - Effetti di fondo - Bremsstrahlung - Annichilazione in volo - Effetti di somma - Misura di intensità di sorgenti radioattive - Metodi diretti di conteggio.

Misure assolute di intensità con il metodo delle coincidenze.

Misure di intensità relative di disintegrazione e di momenti angolari in schemi di decadimento complesso - Correlazione spaziale tra radiazioni successive.

Metodi sperimentali relativi alla determinazione di correlazioni angolari.

Principi generali relativi alle misure di flussi e di energie di neutroni - Misure di sezioni d'urto totali - Metodi relativi a neutroni veloci monoenergetici - Considerazioni sui campioni in esame e sui ricevitori.

Correzioni da apportare ai risultati ottenuti nelle misure di sezioni d'urto - Fondo di neutroni diffusi dalle pareti - Correzione dovuta all'« in-scattering » - « In-scattering » multiplo - Attenuazione non esponenziale.

Misure di sezioni d'urto anelastiche.

Misure di trasmissione attraverso uno strato sferico.

Spettrometria di neutroni - Spettrometro ad He³.

Metodi diretti di spettrometria di neutroni mediante la rivelazione dei protoni di rinculo.

Metodo del tempo di volo.

« Chopper » meccanico.

Combinazione di filtro e chopper.

Spettrometria di neutroni freddi.

Spettrometri di velocità con acceleratori impulsati - Metodo della « pulse-shape discrimination ».

Ottica dei neutroni - Rifrazione e riflessione - Diffrazione di neutroni - Spettrometro e cristallo.
 Acceleratore lineare di protoni - Problemi di stabilità di fase.
 Acceleratore lineare di elettroni - Stabilità - Focalizzazione.
 Microtrone.
 Sincrotrone a protoni a gradiente costante - Oscillazioni betatroniche.
 Sincrotrone a protoni a gradiente alternato.
 Caratteristiche dei magneti.
 Traiettorie di particelle cariche in presenza di campi magnetici.
 Lenti magnetiche.
 Quadrupoli magnetici - Espansione del campo con simmetria di quadrupolo.
 Determinazione di espansioni polari.
 Configurazione del campo magnetico con particolari simmetrie.
 Misure magnetiche - Misure flussometriche.
 Impianto di vuoto negli acceleratori - Struttura della camera a vuoto negli acceleratori - Determinazione della distribuzione delle pressioni lungo la camera.
 Determinazione della energia massima di un fascio di elettroni e raggi gamma provenienti da un acceleratore - Controllo dell'intensità del fascio.

Esperienze di laboratorio.

Misura del tempo di risoluzione di un contatore monocanale.
 Misura dei coefficienti di attenuazione del Pb e Al.
 Coincidenze spurie nei circuiti a coincidenza: tempo di risoluzione - « Paralisi » del circuito: tempo di recupero.
 Misura della intensità assoluta di una sorgente col metodo delle coincidenze.
 Potere separatore di un cristallo di NaI (TI) a varie energie.
 Misura del coefficiente di conversione interna α_k della transizione γ di 662 KeV del 137 Cs.

Esercitazioni in Aula.

Fluttuazioni statistiche nei processi nucleari.
 Test statistici sull'attendibilità delle misure.
 Applicazione della statistica di Poisson ad alcuni strumenti usati in fisica nucleare.

A scelta:

REATTORI NUCLEARI

(Prof. ROBERTO CUNIBERTI)

1. L'equazione del trasporto a una velocità.

Caratteristiche generali.

Definizioni fondamentali.

L'equazione integro-differenziale del trasporto a una velocità.

Metodi di soluzione.

Metodo delle armoniche sferiche - Approssimazione P_L

Approssimazione P_1 .

2. L'equazione del trasporto a più velocità.

Approssimazione P_L .

Densità di rallentamento - Altra forma dell'equazione del trasporto.

Altra forma dell'equazione P_L .

Rallentamento per urto elastico.

Calcolo degli integrali di degradazione.

Forme diverse dell'equaz. P_1 con rallentamento.

Caso dell'idrogeno. Equazioni esatte e approssimazione di Selengut-Goertzel.

Approssimazione dell'età-diffusione e di Greuling Goertzel.
Quadro riassuntivo delle equazioni P_1 con rallentamento.
Equazione dell'età diffusione e suoi limiti di velocità.

3. Soluzioni numeriche dell'equazione di Boltzmann.

Le equazioni a molti gruppi.
Equazioni della diffusione a molti gruppi.
Costanti di gruppo.
Calcolo delle costanti di gruppo, mediante risoluzione numerica delle equazioni P_1 .

4. Equazione del trasporto in forma integrale - Metodo delle probabilità di collisione.

L'equazione del trasporto nella forma delle probabilità di collisione.
Approssimazione del flusso piatto.
Condizioni di validità dell'approssimazione di flusso piatto nell'equazione a una velocità - Limiti di validità del metodo delle probabilità di collisione.
Opacità di una regione - Legame tra teoria della diffusione e teoria delle probabilità di collisione.
Calcolo delle probabilità di collisione (Metodi classici - Metodi numerici).

5. Altri metodi di soluzione dell'equazione di Boltzmann.

Il metodo S_n o metodo di Carlson.
Metodo Monte Carlo.
Il metodo eterogeneo di Feinberg.

6. Spettri di rallentamento.

L'equazione integrale di rallentamento.
Spettri di rallentamento in mezzi non catturanti.
Spettri di rallentamento in mezzi catturanti - Probabilità di trasparenza alle risonanze.
Integrale efficace di risonanza.
Calcolo dell'assorbimento di risonanza in un mezzo omogeneo.
Sezioni d'urto di risonanza.
Effetto Doppler.
Calcolo dell'assorbimento di risonanza in un mezzo eterogeneo.
Approssimazione della risonanza stretta.
Approssimazione della risonanza larga e della massa infinita.
Approssimazione intermedia - Metodo di Goldstein e Cohen.
Teoremi di equivalenza e probabilità di fuga - P_0 e approssimazione razionale di Wigner.
Assorbimento di risonanza in reticoli compatti - Fattore di Dancoff.
Risonanze non risolte.
Metodi numerici per il calcolo dell'assorbimento di risonanza in un mezzo eterogeneo.

7. Spettri di termalizzazione.

Scattering Kernels: Modello del gas libero - Modello di Brown-St-John - Altri modelli.
Temperatura neutronica effettiva - Sezioni d'urto di Vestcott.
Dipendenza spaziale dello spettro di termalizzazione.
Indurimento dello spettro ed effetti di ritermalizzazione.
Calcolo dello spettro termico.
Metodo dei due gruppi sovrapposti per il calcolo dell'effetto di ritermalizzazione (Selengut).
Calcolo dell'indurimento dello spettro - (Vaughan).
Calcolo dello spettro termico utilizzando le equazioni delle probabilità di collisione.

8. Calcoli di cella.

Approssimazione di Wigner Seitz.

Formula dei 4 fattori e i parametri della cella.

9. Calcolo delle fughe.

Teoria del coefficiente di diffusione dei neutroni in un reticolo che presenti cavità (streaming).

10. Reattività a lungo termine e cicli di combustibile.

Variazione del bilancio neutronico di un reticolo il cui combustibile sia sottoposto a irraggiamento neutronico.

Calcolo dell'effetto xeno all'equilibrio in funzione dei parametri operativi e geometrici del reattore.

Descrizione dei principali tipi di movimento del combustibile al reattore durante la sua vita - Calcolo del tasso di irraggiamento medio allo scarico del combustibile relativo ai più comuni tipi di ciclo continuo.

11. Misura del Buckling materiale di un reticolo.

Mappa dei flussi, misure di attivazione, correzioni.

Misure esponenziali.

Misure di sostituzione.

Teoria di Naudet per l'interpretazione delle misure di sostituzione.

12. Misura del fattore di moltiplicazione infinito.

Misura di K_{∞} col metodo PCTR.

Misura del fattore di fissione veloce, del fattore iniziale di conversione, della distribuzione spaziale fine del flusso termico.

A scelta:

ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica)

A scelta:

TECNICA DELLE COSTRUZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Meccanica)

A scelta:

IMPIANTI CHIMICI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).

A scelta:

MISURE CHIMICHE E REGOLAZIONI

(Vedi corso di laurea in Ingegneria Chimica).