

**Guide ai corsi di diploma universitario**

**Politecnico di Torino 1993/94**



**Ingegneria chimica**

**(Sede di Biella)**

**Ingegneria elettrica**

**Ingegneria meccanica**

**(Sedi di Alessandria e Mondovì)**

Le *Guide* sono predisposte sulla base dei testi forniti dai Consigli di Corso di Diploma.

Edito a cura del CIDEM  
Centro Interdipartimentale di  
Documentazione e Museo del  
Politecnico di Torino

Supplemento al n. 3, giugno 1993 di *Linee : bollettino di informazione e cultura del Politecnico di Torino / a cura del CIDEM.* Autorizzazione Tribunale di Torino n. 3570 del 29/10/85.

Corso Duca degli Abruzzi 24 – 10129 Torino  
Tel. 011.564'6601 – Fax 011.564'6609

Stampato nel mese di agosto 1993 dalla Tipolitografia AGAT  
Via San G.B. Cottolengo 19 – 10152 Torino

## **Indice**

- 5 Ingegneria chimica : presentazione
- 7 programmi degli insegnamenti
- 25 Ingegneria elettrica : presentazione
- 27 Ingegneria meccanica : presentazione
- Programmi degli insegnamenti, Ing. elettrica e meccanica
- 29 primo anno e primo periodo del secondo
- 40 secondo e terzo anno, Ingegneria elettrica
- 50 secondo e terzo anno, Ingegneria meccanica
- 59 Indice alfabetico degli insegnamenti
- 61 Indice alfabetico dei docenti



Corso di diploma universitario in

# Ingegneria chimica

(Sede di Biella)

Il corso ha il compito di fornire una preparazione ingegneristica a livello universitario con competenze tecnico professionali nel settore chimico; attualmente è attivato l'orientamento tessile che rispecchia la principale attività industriale locale, ma in futuro si prevede di diversificare la specializzazione introducendo anche l'orientamento ambientale. In generale il diplomato in *Ingegneria chimica* sarà qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato, ma avrà anche una formazione sufficientemente estesa per recepire ed utilizzare l'innovazione.

Il tipo di formazione del diploma in Ingegneria chimica di Biella è strutturato con particolare riferimento al tessuto industriale locale, e cioè alla piccola e media industria, che deve disporre di quadri tecnici superiori a cui possano essere affidate responsabilità di tipo gestionale con lo svolgimento di più funzioni nell'ambito della stessa azienda. Pertanto la struttura del corso di diploma prevede una cultura fisico-matematica di buon livello, prevalentemente orientata agli aspetti applicativi, una formazione ingegneristica a livello di settore (in questo caso il settore industriale) ed una preparazione professionale centrata su una ragionevole specializzazione, che può così consentire l'impiego immediato del diplomato nel mondo del lavoro.

Impieghi tipici della professionalità dell'ingegnere chimico diplomato potranno essere: esercizio e manutenzione nello stabilimento sia chimico che tessile, attività tecniche nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto e di processo, installazione e collaudo di sistemi complessi, progettazione esecutiva, esercizio di controllo ambientale, esecuzione di verifiche tecniche, ecc.

Come gli altri corsi di diploma, il corso in oggetto è in parallelo rispetto al corso di laurea, ma può agganciarsi ad esso dando luogo ad una struttura di due moduli in serie. Ciò significa che al giovane ingegnere diplomato si aprono in pratica due strade: l'inserimento diretto nel mondo del lavoro, grazie alla specializzazione che il Diploma riesce ad impartire, ed il proseguimento degli studi fino alla Laurea in Ingegneria, che potrà essere conseguita con la sola perdita di un anno, in quanto vengono riconosciute almeno 11 delle 29 annualità che caratterizzano il corso di laurea affine.

In questo corso di diploma si intende sottolineare l'importanza formativa del tirocinio per il quale si è previsto di riservare, per gli studenti che lo richiedano, anche l'intero secondo semestre del terzo anno in modo da produrre una proficua esperienza professionale in una industria o in un centro di ricerca italiano o straniero; la possibilità di esperienza all'estero è particolarmente favorita dal fatto che il corso di diploma è inserito sia nel consorzio europeo COMETT EuroTex per lo scambio di studenti tra università ed industrie, sia in un consorzio per la gestione di un programma Erasmus tra le università tessili europee.

## Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

3 310 C	Istituzioni di matematiche 1
3 315 C	Istituzioni di matematiche 2
3 065 C	Chimica
3 070 C	Chimica organica
3 130 C	Economia e organizzazione aziendale

1:2	3 320 C	Istituzioni di matematiche 3
	3 045 C	Calcolo numerico + Statistica matematica
	3 220 C	Fisica 1
	3 225 C	Fisica 2
	3 240 C	Fondamenti di informatica

2:1	3 425 C	Scienza delle costruzioni
	3 385 C	Principi di ingegneria chimica 1
	3 235 C	Fondamenti di chimica industriale
	3 465 C	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
	3 495 C	Tecnologie industriali 1
	3 500 C	Tecnologie industriali 2

2:2	3 150 C	Elementi di meccanica teorica e applicata
	3 345 C	Meccanica applicata alle macchine
	3 390 C	Principi di ingegneria chimica 2
	3 270 C	Impianti chimici 1
	3 395 C	Processi industriali della chimica fine
	3 195 C	Elettrotecnica e tecnologie elettriche

3:1	3 275 C	Impianti chimici 2
	3 300 C	Ingegneria chimica ambientale
	3 325 C	Macchine
	3 135 C	Economia politica
	3 485 C	Tecnologie chimiche speciali
	3 110 C	Dinamica e controllo dei processi chimici

3:2	3 210 C	Finanza aziendale
	3 505 C	Tecnologie industriali 3

# Programmi degli insegnamenti

*I programmi sono riportati in ordine di anno e periodo didattico (l'ordine in cui compaiono nei quadri riassuntivi che accompagnano la presentazione di ciascun corso). Al termine del volume è l'indice alfabetico generale, per titoli degli insegnamenti e per nomi dei docenti. Ciascun modulo didattico ha la durata di circa 60 ore (complessivamente, per lezioni, esercitazioni e laboratori). Accanto al nome del docente è indicato, tra parentesi, il dipartimento del Politecnico o altro ente cui afferisce (in qualche caso il nome del docente non è ancora noto).*

*La presente Guida è andata in stampa il 1993-08-21, e quanto riportato è da ritenersi aggiornato a quella data. La ristrettezza dei tempi di edizione non ha permesso di sottoporre all'attenzione dei singoli docenti i testi che seguono per una finale revisione: il CIDEM si scusa con docenti e studenti per eventuali sviste ed errori residui, assumendosene la responsabilità, e ringrazia anticipatamente coloro che vorranno segnalarli.*

## 3 310 C Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Prof. Giovanna Viola (Matematica)

Obiettivi del corso: omogeneizzazione del linguaggio matematico di base, ripasso delle nozioni di base delle nozioni di algebra e geometria analitica, comprensione del concetto di funzione, conoscenza delle funzioni elementari, dei grafici e delle trasformazioni fondamentali, capacità di interpretare geometricamente equazioni, disequazioni e sistemi.

### PROGRAMMA

Richiami di geometria analitica.

Funzioni. Grafici elementari: retta e coniche. Trasformazioni del piano e dei grafici.

Equazioni e disequazioni.

Sistemi algebrici, determinanti, regola di Cramer.

Funzioni trigonometriche ed esponenziali.

Funzioni composte e funzioni inverse. Logaritmo e funzioni trigonometriche inverse.

Equazioni e disequazioni esponenziali, logaritmiche e trigonometriche.

Numeri complessi.

Polinomi.

### 3 315 C Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

Prof. Giovanna Viola (Matematica)

Obiettivi del corso: conoscenza dei concetti di base del calcolo per funzioni di una variabile e capacità di utilizzare limiti, derivate, integrali e sviluppi di Taylor in semplici problemi matematici applicativi.

#### PROGRAMMA

Limiti e continuità.

Derivabilità e calcolo di derivate.

Ordini di infinito e infinitesimo. Sviluppo di Taylor col resto.

Studi di funzioni, soluzione di equazioni.

Integrali definiti e indefiniti. Integrazione di funzioni elementari.

Nozione di equazione differenziale. Equazioni a variabili separabili.

### 3 065 C Chimica

Anno:periodo 1:1

Prof. Piero Rolando (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si propone di fornire le base teoriche e gli esempi applicativi necessari per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici, con particolare riferimento a reazioni e materiali di interesse ingegneristico.

#### PROGRAMMA

*Chimica generale.*

Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica.

Sistema periodico degli elementi.

Legame chimico e formazione di composti.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia. Stato gassoso: leggi dei gas; gas ideali e reali. Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzione solide. Stato liquido: tensione di vapore, crioscopia ed ebullioscopia.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei.

Legge dell'azione di massa e regola delle fasi.

Soluzioni di elettroliti.  $pH$ . Idrolisi. Prodotto di solubilità.

Elettrochimica; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.

*Chimica inorganica.*

Reattività di metalli e non metalli ad esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

#### BIBLIOGRAFIA

Sono a disposizione delle dispense preparate dal docente.

### 3 070 C Chimica organica

Anno:periodo 1:1

Prof. Piero Rolando (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso, oltre a fornire agli allievi i fondamenti della chimica dei composti organici, intende chiarire gli aspetti di base delle reazioni inerenti i processi della chimica industriale organica.

REQUISITI. *Chimica.*

**PROGRAMMA***Fondamenti.*

Struttura, proprietà e reattività delle molecole organiche. Isomeria e stereochimica.

*Chimica dei composti organici.*

Nomenclatura, proprietà fisiche e chimiche, fonti industriali, reazioni di preparazione e caratteristiche di: alcani, cicloalcani, alcheni, dieni, alchini, areni, alogenuri, alcoli, fenoli, eteri, epossidi, aldeidi e chetoni, acidi e derivati, ammine, lipidi, carboidrati, amminoacidi e proteine.

*Reazioni organiche.*

Reagenti, intermedi, meccanismi, aspetti cinetici e termodinamici delle reazioni (radicaliche, eliminazione, addizione, sostituzione, ossidazione e riduzione, sintesi, polimerizzazione).

**BIBLIOGRAFIA**

J. McMurry, *Fondamenti di chimica organica*, Zanichelli, Bologna, 1990.

R.J. Fessenden, J.S. Fessenden, *Chimica organica*, 2. ed., Piccin, Padova, 1983.

G. Russo, *Chimica organica*, CEA, Milano, 1980.

**3 130 C****Economia e organizzazione aziendale**

Anno:periodo I:1

Prof. Antonino Caridi (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso, con riferimento al settore tessile, consente di inquadrare il significato economico delle diverse attività aziendali al fine di decidere le soluzioni di problemi più diversi e di gestire in modo razionale le attività produttive e le risorse in esse utilizzate.

**PROGRAMMA**

L'azienda come sistema aperto. Tipologie produttive. Obiettivi e strategie aziendali. Le funzioni aziendali e le relative strutture e strategie.

Metodi di previsione delle vendite. Analisi di serie storiche: medie mobili e livellamento esponenziale.

Le decisioni di investimento. Decisioni di sostituzione del macchinario. Decisioni di dimensionamento di servizi aziendali.

*Budget commerciale. Budget produttivo. Piani aggregati di produzione. Master Production Schedule. Material Requirements Planning. Scheduling.* Tecnica PERT e CPM. Studio dei tempi di esecuzione. Tempo *standard* di produzione.

Approccio JIT. Gestione materiali.

*Total quality management.*

Significato economico delle attività produttive. Controllo di gestione. La formulazione di un preventivo. Il bilancio aziendale. Gli indici di bilancio. Analisi di *break-even*.

**BIBLIOGRAFIA**

A. Caridi, *Tecniche organizzative e decisionali per la gestione aziendale*, Levrotto & Bella.

A. Caridi, *Analisi decisionale*, Levrotto & Bella.

A. Caridi, *Il sistema azienda: obiettivi e strategie*, Levrotto & Bella.

A. Caridi, *Pianificazione, capacità produttiva e programmazione della produzione*, Levrotto & Bella.

### 3 320 C      **Istituzioni di matematiche 3**

Anno:periodo 1:2

Prof. Nadia Chiarli (Matematica)

Obiettivi del corso: introdurre le nozioni principali del calcolo vettoriale, con le sue applicazioni alla geometria dello spazio, e del calcolo differenziale e integrale in più variabili; fornire una conoscenza di base dei metodi matematici utilizzate nelle applicazioni meccaniche.

#### PROGRAMMA

Calcolo vettoriale: vettori liberi ed applicati, prodotto scalare e vettoriale. Coordinate cartesiane nello spazio. Misure di angoli e distanze. Superfici nello spazio. Coordinate cilindriche e sferiche.

Funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente, massimi e minimi liberi. Integrali multipli di linea e di superficie.

Meccanica del corpo rigido: cinematica, moti relativi, equazioni cardinali lavoro ed energia, impulso quantità di moto momento della qualità di moto.

Analisi dei sistemi dinamici lineari. Stabilità e vibrazioni.

### 3 045 C      **Calcolo numerico + Statistica matematica**

Anno:periodo 1:2

Prof. Vittorio Colombo (Energetica)

Breve illustrazione di metodi numerici di base per mettere gli studenti in grado di utilizzare librerie scientifiche per la risoluzione dei problemi numerici.

Introduzione alle idee di base del calcolo delle probabilità e della statistica con applicazioni e situazioni applicative.

#### PROGRAMMA

Conseguenze dell'aritmetica del calcolatore sul calcolo numerico. Condizionamento di un problema; stabilità di un algoritmo.

Metodi numerici dell'algebra lineare.

Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali.

Equazioni e sistemi non lineari.

Calcolo di integrali.

Elementi di calcolo delle probabilità.

Distribuzioni: sperimentali e teoriche.

Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, *test* statistici ed intervalli di fiducia.

Cenni sul controllo della qualità nei processi produttivi.

**3 220 C      Fisica 1**

Anno:periodo 1:2

Prof. Paolo Allia (Fisica)

Il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze di base su grandezze fisiche, misurazione e unità di misura, meccanica e termodinamica.

**PROGRAMMA**

1. Grandezze fisiche. Unità di misura ed equazioni dimensionali. Errori sperimentali e calcolo dell'errore.
2. Vettori: definizione, composizione.
3. Meccanica del punto: cinematica, moti relativi, composizione dei moti. Principi di conservazione dell'energia meccanica, della quantità di moto, del momento angolare. Oscillazioni meccaniche e condizioni di risonanza.
4. Introduzione alla meccanica del corpo rigido: definizione di centro di massa e baricentro; cinematica rotazionale.
5. Elementi di statica: equilibrio delle forze. Definizione di vincolo. Reazioni vincolari.
6. Cenni di idrostatica. Concetto di portata.
7. Termodinamica: temperatura e calore. Generazione, trasporto e dissipazione del calore. Primo e secondo principio della termodinamica. Ciclo di Carnot e rendimento delle macchine termiche. Concetto di entropia. Applicazioni ai gas perfetti.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazione teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al computer.

**3 225 C      Fisica 2**

Anno:periodo 1:2

Prof. Paolo Allia (Fisica)

Il corso si propone di fornire le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo, dei fenomeni ondulatori meccanici ed elettromagnetici e conoscenze di base sul funzionamento degli strumenti ottici.

**PROGRAMMA**

1. Campi di forze. Campi elettrici statici. Potenziale elettrostatico, teorema di Gauss.
2. Corrente elettrica. Concetto di resistenza elettrica. Conduzione ohmica. Effetto Joule.
3. Campi magnetici statici. Forza di Lorentz. Forze su correnti. Calcolo di campi magnetici generati da correnti stazionarie.
4. Comportamento dei materiali in campi elettrici e magnetici statici.
5. Induzione elettromagnetica. Campi variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell.
6. Concetto di onda progressiva e stazionaria. Onde elettromagnetiche. Elementi di ottica ondulatoria.
7. Ottica geometrica e strumenti ottici.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazione teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al computer.

**3 240 C****Fondamenti di informatica**

Anno:periodo 1:2

Prof. Luigi Gilli (Automatica e informatica)

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti.

**PROGRAMMA**

Sistemi di numerazione e codici.

Operazioni con numeri binari.

Elementi di algebra booleana.

Elementi di teoria della commutazione (reti combinatorie e sequenziali).

Blocchi logici fondamentali.

Struttura di un elaboratore (unità centrale e unità periferiche).

Cenni sui sistemi operativi.

Struttura dei sistemi di elaborazione.

**ESERCITAZIONI**

Generalità sui linguaggi di programmazione.

Il linguaggio BASIC.

Gestione delle periferiche.

MS-DOS ed alcuni programmi di utilità.

Sviluppo di programmi su temi proposti.

**3 425 C      Scienza delle costruzioni**

Anno:periodo 2:1

Prof. Pier Giorgio Debernardi (Ing. strutturale)

Il corso si prefigge di illustrare gli aspetti di base del comportamento strutturale e della progettazione. Verranno trattati i fondamenti della statica, della teoria dell'elasticità, della teoria delle travi inflesse e della resistenza dei materiali.

Le lezioni si articoleranno nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

**PROGRAMMA**

Richiami di statica e geometria delle aree.

Caratteristiche della sollecitazione in strutture isostatiche.

Cenni di teoria dell'elasticità e problema di Saint Venant.

Sollecitazioni semplici: sforzo normale, flessione, taglio, torsione.

Verifica della sicurezza.

Deformazione di travi inflesse.

Cenni sull'instabilità elastica.

Calcolo di strutture iperstatiche: Lavori virtuali.

Cenni su strutture metalliche, in cemento armato ordinario e precompresso.

**BIBLIOGRAFIA**

M. Bertero, S. Grasso, *Esercizi di scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella, Torino.

**3 385 C      Principi di ingegneria chimica 1**

Anno:periodo 2:1

Prof. Silvio Sicardi (Scienza dei materiali e ing. chimica)

**PROGRAMMA**

*Energetica:*

leggi della termodinamica generale; potenziali termodinamici; equazioni fondamentali.

*Sistemi reali:*

a) proprietà dei fluidi puri: equazioni di stato; diagrammi termodinamici; diagramma di Mollier del vapor d'acqua; espansione e compressione dei fluidi; cicli termodinamici;

b) proprietà delle soluzioni: fugacità ed attività; equilibri per sistemi multifasici a più componenti; regola delle fasi; equilibri per sistemi multifasici a più componenti; regola delle fasi; equilibri liquido-vapore, liquido-liquido, fluido-solido e loro rappresentazione grafica.

*Bilanci macroscopici di proprietà:*

sistemi aperti e chiusi, equazioni di bilancio di materia, quantità di moto, energia.



Polimeri e polimerizzazione. Materiali termoplastici e termoindurenti. Elastomeri. Resine per vernici.  
Materiali compositi. Invecchiamento dei materiali polimerici.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni di calcolo sulle proprietà dei materiali.

### 3 495 C      **Tecnologie industriali 1**

Anno:periodo 2:1

Prof. Franco Testore (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si propone di illustrare i principali processi tecnologici in cui si articola la trasformazione delle fibre in filato. Si insisterà più sui concetti che sugli aspetti descrittivi. Un particolare riguardo sarà riservato alle nuove tecnologie.

#### PROGRAMMA

Alcuni dati di carattere generale e statistico sull'industria tessile.  
Tecnologia della filatura pettinata e cardata, per fibre a taglio laniero ed a taglio cotone, con spiegazione dei vari cicli e fasi.  
Principi generali della cardatura, della pettinatura, della mescolatura.  
Teoria dello stiro. La trasformazione dei cavi di filamenti chimici in fibre.  
Sistematica dei vari processi di filatura, sia classici che non convenzionali.

#### ESERCITAZIONI

Visite a stabilimenti di pettinatura e di filatura, pratica gestionale nell'impianto pilota, compilazione di relazioni sulle visite, con considerazioni ed elaborazione dei dati raccolti o dei risultati pratici rilevati.

### 3 500 C      **Tecnologie industriali 2**

Anno:periodo 2:1

Prof. Franco Testore (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso si propone di illustrare i principali processi tecnologici a cui sono sottoposti fili e filati immediatamente a valle della filatura, e la loro successiva trasformazione in superfici tessili piane.

#### PROGRAMMA

La roccatura. L'epurazione elettronica dei filati. Vari tipi di ritorcitori. Altre operazioni complementari successive alla filatura: vaporizzazione, aspatatura, dipanatura, gasatura ecc. I filati fantasia. La testurizzazione.  
Le caratteristiche strutturali dei tessuti ad intreccio ortogonale, dei tessuti a maglia, dei non tessuti.  
Operazioni di preparazione alla tessitura: orditura sezionale e frazionale, incorsatura, annodatura. Cenni sulle principali armature:  
La tessitura a navetta; vari sistemi per inserire la trama, con considerazioni tecniche ed economiche. La maglieria trama e la maglieria catena. Descrizione di alcune tecnologie per produrre i non tessuti.

ESERCITAZIONI. Illustrazione delle macchine e prove pratiche nell'impianto pilota, visite a stabilimenti, compilazione di relazioni sulle visite con considerazioni ed elaborazione dei dati rilevati.

3 150 C

## Elementi di meccanica teorica e applicata

Anno:periodo 2:2

Prof. Giuseppe Ricci (Meccanica)

Richiamata brevemente la meccanica del corpo puntiforme, che l'allievo ha appreso dal corso di *Fisica*, viene sviluppata la meccanica dei corpi estesi, variamente vincolati tra loro a formare una macchina.

Gli esercizi svolti o richiesti sono occasione per presentare alcuni tipi comuni di macchine e meccanismi.

### PROGRAMMA

#### *Cinematica piana.*

Componenti rigidi, flessibili e inestensibili, liquidi delle macchine. Accoppiamenti cinematici e di forza. Coppia rotoidale, prismatica, elicoidale; cuscinetti radenti, volventi. Trasmissione e conversione del moto: quadrilatero articolato, manovellismo, funi, cinghie, catene, nastri. Trasmissioni idrostatiche.

#### *Dinamica piana.*

Equazioni cardinali della dinamica. Sistemi di forze equivalenti. Forze di massa, di superficie. Riduzione delle forze d'inerzia. Attrito radente e volvente.

#### *Energetica.*

Teorema dell'energia cinetica. Equazione del moto di un sistema ad un grado di libertà. Trasmissioni di potenza. Rendimento.

*Vibrazioni* lineari di un sistema ad un grado di libertà, libere e forzate, con smorzamento.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni saranno di calcolo, in aula.

3 345 C

## Meccanica applicata alle macchine

Anno:periodo 2:2

Prof. Guido Belforte (Meccanica)

Il corso, partendo dalle nozioni del corso di *Elementi di meccanica teorica ed applicata*, prende in esame, dal punto di vista applicativo, vari dispositivi e macchine, utilizzati, in particolare, nel campo tessile.

### PROGRAMMA

Movimenti relativi usati nelle macchine tessili: supporti a strisciamento, supporti a rotolamenti, supporti lubrificati.

Trasmissione e modifica del moto rotatorio (sistemi di trascinamento ed attrito, ingranaggi cilindrici e conici, rotismi ordinari ed epicicloidali).

Dispositivi di partenza e di arresto (freni e frizioni).

Sistemi con camme.

Meccanismi articolati.

Transitori nei sistemi meccanici. Accoppiamento macchine motrici e macchine operatrici.

Dispositivi e sistemi pneumatici.

Meccanismi di selezione, meccanismi di avanzamento intermittente.

Sistemi di guida di fili, di inserimento della trama, tessitura a getti.

Dispositivi e meccanismi di controllo (presenza fili, sistemi controllo tensione, ecc.).

Sistemi di manipolazione: robot, mani di presa, carrelli automatici.

**ESERCITAZIONI.** Consistono essenzialmente nello studio e nel calcolo di dispositivi interessanti le principali macchine utensili, come applicazione di quanto illustrato nel programma tecnico.

È previsto anche l'esame di macchine tessili presso aziende specializzate nel settore.

#### BIBLIOGRAFIA

G. Belforte, *Meccanica applicata alle macchine*, Giorgio, Torino, 1990.

3 390 C

## Principi di ingegneria chimica 2

Anno:periodo 2:2

Prof. Silvio Sicardi (Scienza dei materiali e ing. chimica)

#### PROGRAMMA

*Modelli fluidodinamici:* sistemi perfettamente miscelati ed a pistone; cenni ad altri modelli più complessi.

*Equazioni di trasporto molecolare di materia, calore e quantità di moto:* leggi di Fick, Fourier e Newton; valutazione delle proprietà di trasporto in gas liquidi e solidi; applicazioni a problemi di trasporto in fluidi fermi o in regime laminare; cenno a fluidi non newtoniani.

*Flusso turbolento:* fenomenologia della turbolenza; profili di velocità in tubi.

*Trasporto di proprietà in condizioni turbolente:* equazioni integrali di scambio di materia e calore; fattore di attrito in tubi; analogie; moto attorno a corpi solidi immersi in un fluido; moto in letti granulari; applicazioni. Miscelazione ed agitazione.

*Trasporto tra più fasi:* resistenze in serie; coefficienti globali di scambio.

3 270 C

## Impianti chimici 1

Anno:periodo 2:2

Il corso ha lo scopo di insegnare l'applicazione dei principi fondamentali di equilibrio termodinamico, bilancio e trasporto di proprietà alla progettazione delle operazioni unitarie.

#### PROGRAMMA

*Trasporto di materia in presenza di reazione chimica:* sistemi gas-liquido e fluido-solido (reazione catalitica ed *effectiveness* del catalizzatore).

*Calcolo dei reattori chimici ideali:* resa, conversione e selettività; reattori chimici isotermi, adiabatici, e con scambi termici; cenni a reattori eterogenei.

*Calcolo di apparecchiature a stadi:* stadio di equilibrio; cascate di stadi a correnti incrociate, in controcorrente e controcorrente con riflusso; applicazioni al calcolo delle colonne di distillazione, estrazioni liquido-liquido, adsorbimenti, ecc.

*Operazioni di trasferimento di materia in apparecchiature a struttura continua:* colonne a riempimento per operazioni di distillazione, assorbimento, estrazione, ecc.

3 395 C

**Processi industriali della chimica fine**

Anno:periodo 2:2

Prof. Franco Ferrero (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha come tema i processi della chimica industriale attinenti il campo tessile. I processi sono analizzati mettendo in evidenza i principi di base e l'influenza dei vari parametri di processo piuttosto che gli aspetti descrittivi delle varie tecnologie. Viene anche sommariamente trattato il macchinario utilizzato nella nobilitazione tessile.

**PROGRAMMA***Fibre tessili.*

Struttura, proprietà morfologiche, fisiche e chimiche. Comportamento termico. Fibre naturali proteiche e cellulose. Principi della filatura chimica. Fibre artificiali: viscosa, cupro, acetato. Fibre sintetiche: poliammidi, poliestere, acriliche, cloroviniliche, poliolefiniche, elastomeriche.

*Processi di preparazione.*

Proprietà ed impieghi di tensioattivi ed ausiliari. Lavaggio, sbianca, carbonissaggio della lana. Sgommatatura e carica della seta. Sbozzimatura, purga, sbianca, mercerizzazione delle fibre cellulosiche. Candeggio ottico.

*Coloranti.*

Colorimetria industriale. Relazioni struttura-proprietà. Classi chimiche e tintoriali. Solidità.

*Processi tintoriali.*

Relazioni struttura-tintibilità delle fibre. Cinetica e termodinamica dei processi tintoriali. Influenza dei parametri di processo. Tintura della lana coi coloranti acidi, al cromo e premetallizzati. Tintura delle fibre cellulosiche coi coloranti diretti, al tino, allo zolfo e azoici.

*Tintura coi coloranti reattivi.*

Tintura delle fibre sintetiche: poliammidiche, acriliche e poliestere. Processi di tintura in semicontinuo e continuo. Macchinario di tintura.

*Processi di stampa.**Processi chimici di finissaggio.*

**ESERCITAZIONI.** Esercitazioni sperimentali di carattere chimico su analisi fibre ed operazioni tintoriali. Visite a stabilimenti.

3 195 C

**Elettrotecnica e tecnologie elettriche**

Anno:periodo 2:2

Prof. Carlo Zimaglia (Ing. elettrica industriale)

Il corso si propone di fornire le indispensabili informazioni sui fondamenti teorici della tecnica elettrica e principalmente di svilupparne le tematiche applicative sia di interesse generale che, per quanto possibile, di più diretta attinenza all'industria chimica, ai fini di consentire un uso consapevole di macchine e apparecchiature elettriche da parte di diplomati di questo settore dell'ingegneria.

**PROGRAMMA***Sistemi elettrici in regime stazionario.*

Grandezze fondamentali; bipoli ideali e loro riscontro reale. Materiali conduttori e semiconduttori. Reti elettriche.

*Campi.*

Campo elettrostatico; capacità, schermatura; materiali isolanti e classi di isolamento.

Campo di corrente; prese di terra; fenomeni elettrolitici; protezione di strutture metalliche.

Campo magnetico; circuiti magnetici, dispersioni; materiali ferromagnetici e magnetico-strutturali. Legge dell'induzione elettromagnetica; induttanze.

*Sistemi elettrici in regime quasi stazionario.*

Generalità sui transistori e sui sistemi di controllo.

Sistemi monofasi e trifasi in regime sinusoidale; metodo simbolico; immettenze, estensione dei trattamenti stabiliti per il regime stazionario; potenze; rifasamento.

*Misure elettriche.*

Generalità sui principali schemi di misura e sulla relativa strumentazione.

*Macchine elettriche e convertitori statici.*

Trasformatori monofasi e trifasi, autotrasformatori, riduttori di misura.

Complessi statici di conversione alternata/continua, continua/continua, alternata/alternata.

Motori asincroni e regolazioni relative.

Generalità sulle macchine sincrone e sull'impiego industriale di motori sincroni.

Motori a corrente continua e regolazioni relative.

Informazioni su sviluppi attuali delle motorizzazioni industriali.

Installazione, raffreddamento, conduzione di macchine e apparecchiature elettriche.

Normativa e unificazione; ordinazione, collaudo e accettazione di macchine e apparecchiature elettriche.

*Impianti elettrici industriali.*

Linee di distribuzione, apparecchi di manovra e protezione.

Criteri di sicurezza elettrica; normativa impiantistica, controlli e misure sugli impianti.

### 3 275 C      **Impianti chimici 2**

Anno:periodo 3:1

Prof. Romualdo Conti (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Vengono illustrati i criteri necessari alla progettazione e conduzione degli impianti industriali chimici.

#### PROGRAMMA

*Impianti termici:* scambiatori di calore; evaporatori e concentratori; multiplo effetto e termocompressione; evaporazione e cristallizzazione; condensatori.

*Operazioni di trasferimento di materia e di calore:* umidificazione e deumidificazione; impianti di condizionamento. Essiccamento.

*Servizi generali:* centrali termiche e frigorifere; impianti di stoccaggio e distribuzione dei fluidi.

### 3 300 C      **Ingegneria chimica ambientale**

Anno:periodo 3:1

Prof. Romualdo Conti (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha lo scopo di fornire elementi utili ad affrontare i problemi connessi con l'inquinamento, al fine di salvaguardare l'ambiente esterno e l'ambiente di lavoro.

#### PROGRAMMA

*Impianti di trattamento degli effluenti industriali:* normativa.

*Trattamento degli effluenti liquidi.* Acque per uso industriale: pre-trattamenti. Impianti di depurazione fisica, chimica e biologica; cenni ad osmosi inversa, adsorbimento su carbone attivo; disinfezione e clorazione; recuperi e riduzioni dei consumi.

*Trattamento degli effluenti gassosi:* disperdimento nell'atmosfera; camini; abbattitori a secco ed a umido; combustione, ambiente di lavoro.

*Smaltimento dei rifiuti solidi;* rifiuti industriali e rifiuti urbani; raccolta e trasporto; discariche libere e controllate; incenerimento; riciclaggio e recupero.

Smaltimento dei solidi.

### 3 325 C      **Macchine**

Anno:periodo 3:1

Nel corso vengono esposti i principi necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle macchine.

#### PROGRAMMA

Introduzione e considerazioni generali sulle macchine motrici ed operatrici a fluido; principi fluidodinamici e termodinamici; trasformazioni ideali e reali nei condotti.

Turbine a vapore: semplici e multiple; ad azione e reazione; condensatori.

Turbine a gas.

Compressori a gas: turbocompressori; ventilatori; compressori volumetrici.

Macchine idrauliche: pompe volumetriche e centrifughe.

Cenni sui motori a combustione interna.

### 3 135 C **Economia politica**

Anno:periodo 3:1

Prof. Roberto De Battistini (Univ. degli studi di Torino)

Il corso intende fornire agli studenti una chiave di lettura della realtà economica, sia a livello microeconomico sia a livello aggregato (macroeconomico). Il corso si concentra sugli aspetti metodologici dell'analisi economica e sui meccanismi che spiegano il funzionamento del sistema produttivo.

#### PROGRAMMA

##### 1. *Introduzione al corso e cenni di contabilità nazionale.*

Oggetto e metodo dell'economia politica. I collegamenti tra i conti aziendali e i conti nazionali. Le principali grandezze della contabilità nazionale. Valutazioni a prezzi correnti ed a prezzi costanti. Il ruolo economico delle amministrazioni pubbliche: entrate, spese e disavanzi. Debito pubblico e sostenibilità.

##### 2. *Gli schemi di analisi macroeconomica.*

Risparmi, consumi e investimenti. La determinazione del reddito. Cicli economici e previsioni. Prezzi e moneta.

##### 3. *Gli schemi di analisi microeconomica.*

La determinazione dei prezzi attraverso la domanda e l'offerta. Le scelte del consumatore, la teoria della domanda e dell'utilità. I mercati dei prodotti. Concorrenza atomistica, monopolio, oligopolio e altre forme di mercato. I mercati dei fattori produttivi. L'equilibrio generale.

##### 4. *I rapporti con l'estero.*

I dati contabili: la bilancia dei pagamenti. I mercati dei cambi come applicazione dell'analisi domanda/offerta. Il sistema monetario internazionale. Il sistema monetario europeo. Il commercio internazionale.

##### 5. *I problemi economici attuali.*

La teoria della crescita. Problemi dello sviluppo economico. Significato dei confronti economici internazionali.

#### BIBLIOGRAFIA

Fischer, Dornbusch, Schmanlensee, *Economia*, Hoepli, Milano, 1992.

### 3 485 C **Tecnologie chimiche speciali**

Anno:periodo 3:1

Prof. Mario Bona (Polit. di Torino, docente a contratto)

Il corso tratterà in via principale il finissaggio dei tessuti, con particolare riguardo a quelli lanieri. Saranno anche illustrate le principali tecniche di controllo di prodotto e processo applicabili alla gestione della qualità tessile, incluso un riferimento alla moderna nozione di ingegneria della confezione.

#### PROGRAMMA

##### 1. Tecnologia del finissaggio.

Richiami sulle proprietà fisiche e chimiche della fibra. Teoria e pratica delle operazioni elementari del finissaggio umido e asciutto. Cicli di finissaggio in relazione agli articoli. Definizione e misura delle proprietà fisico-meccaniche dei tessuti, in relazione al controllo del processo di finissaggio e all'ingegneria della confezione.

##### 2. Controlli sul prodotto e sul processo tessile.

Controlli *off-line* e *on-line*. Autocontrollo.

**ESERCITAZIONI.**

Sono comprese visite a laboratori di controllo ed impianti industriali.

**BIBLIOGRAFIA**

M. Bona, *Introduzione al finissaggio laniero*, Paravia.

M. Bona, *La qualità nel tessile*, Paravia.

**3 110 C****Dinamica e controllo dei processi chimici**

Anno: periodo 3:1

Prof. Giorgio Rovero (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha lo scopo di fornire i principi necessari per affrontare e gestire i problemi di regolazione dei processi e degli impianti chimici con particolare riguardo al settore tessile.

Il corso si articola in lezioni in aula e possibilmente in esercitazioni condotte con simulazioni.

**PROGRAMMA**

Specifiche e necessità del controllo per un impianto ed un processo.

Configurazioni generali di sistemi di controllo: *feedback*, *feedforward* e deduttivo.

Struttura e componenti a regime e risposta in transitorio.

Descrizione modellistica di un processo in termini ingresso-uscita.

Trasformazione del dominio del tempo di Laplace.

Algebra dei blocchi.

Controllori: logiche di controllo.

Elementi finali di controllo: progettazione delle valvole.

Misuratori: loro utilizzo e loro componente dinamica.

Scelta dei parametri delle logiche di controllo.

Significato, utilizzo e strutture di P&ID.

Esemplificatori particolari per gli impianti di tintoria, i generatori di vapore e impianti di depurazione (inceneritori acqua e aria).

3 210 C

## Finanza aziendale

Anno: periodo 3:2

Prof. Luigi Puddu (Univ. degli studi di Torino)

Obiettivo del corso è immettere lo studente nella realtà della impresa attraverso i dati economico-finanziari.

Mediante la moderna metodologia didattica, si propone di partire innanzitutto dal bilancio di esercizio, analizzando procedure di formazione e valorizzandone le potenzialità di indice. La seconda parte del corso si propone di approfondire il problema del controllo dei costi di processo, sviluppando i temi della contabilità industriale applicata alla realtà tecnologica di un'azienda tessile. Infine verranno delineate le metodologie per la presa delle decisioni.

### PROGRAMMA

La funzione finanziaria. Il controllo economico e finanziario per l'alta direzione. Contenuti informativi del bilancio d'esercizio, specificato nelle sue componenti. Fonti ed utilizzo delle risorse. Situazione patrimoniale e conto economico.

Equilibrio fra liquidità e redditività.

Possibilità di analisi offerte dalla conoscenza dei bilanci e conseguenze operative. Gli indici di gestione.

Impianto di contabilità analitica in rapporto alla contabilità generale. Controllo dei costi di processo secondo le diverse proposte metodologiche.

Contabilità a costi diretti.

Utilizzazione operativa delle informazioni contabili sui costi.

Costi *standard* e *budget*, programmazione di medio termine.

Contributo alla redditività e alla produttività di linee di produzione diverse.

Metodologie per la presa di decisioni di investimento.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni mireranno a proporre, con gradualità, le conoscenze e l'uso delle informazioni offerte dalla contabilità, dal sistema di bilancio, dal controllo dei costi e dalle metodologie per la presa di decisioni. Verrà posto in discussione materiale didattico derivato da esperienze concrete di imprese tessili.

3 505 C

## Tecnologie industriali 3

Anno:periodo 3:2

Prof. Leonardo Ceriani (Polit. di Torino, docente a contratto)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulla struttura, sulle caratteristiche dei tessuti a maglia, sui parametri di tessitura che vi influiscono, nonché sulla trasformazione dei tessuti in indumenti.

### PROGRAMMA

Il tessuto a maglia: struttura e classificazione; concetto di integrazione produttiva tra la formazione del tessuto e la costruzione dell'indumento a maglia (maglieria intima ed esterna, calze); le caratteristiche dimensionali e di comportamento, con particolare riferimento alla difettosità, al *comfort* e alle variazioni dimensionali.

Analisi delle caratteristiche strutturali come mezzo per modificare le caratteristiche dimensionali e di comportamento dei tessuti e degli indumenti a maglia. Gli strumenti della produzione: macchine e telai come sistemi. La formazione della maglia e i mezzi per la campionatura. Analisi in dettaglio della struttura dei tessuti a maglia e dei fenomeni connessi con l'immagliatura.

La progettazione degli indumenti. Il modello, le taglie, lo sviluppo delle taglie. Interazione tra le caratteristiche dei tessuti e quelle degli indumenti.

Piazzamento e taglio: minimizzazione dei consumi di tessuto.

L'assemblaggio dei capi. Le macchine per cucire e le unità di cucitura come sistemi.

Le operazioni finali del ciclo di confezione.

L'organizzazione del ciclo di confezione.

Corso di diploma universitario in

# Ingegneria elettrica

(Sedi di Alessandria e Mondovì)

Il diploma universitario in *Ingegneria elettrica* soddisfa la domanda di tecnici di livello medio-alto, dotati di competenze tecniche di base e trasversali, capaci di integrarsi facilmente nell'attività produttiva e dei servizi accanto alla figura professionale dell'ingegnere laureato.

L'area di destinazione è quella che concerne attività tecniche connesse con la produzione, l'utilizzazione o la gestione di apparecchiature o sistemi a contenuti prevalenti elettrici od elettronici, sia nell'ambito di sistemi industriali a diverso grado di automazione, che di aziende di servizi o di reparti a prevalente caratterizzazione energetica.

Il diplomato ingegnere elettrico è un "tecnico di elevata preparazione, qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione". La grande varietà dei compiti che gli vengono richiesti dal mercato, composto in prevalenza da piccole e medie aziende di notevole diversificazione produttiva, merceologica e gestionale, impone una sicura preparazione di base insieme ad ampi contenuti tecnico-applicativi, che ne favoriscano un rapido inserimento professionale.

È prevalente il concetto di evitare eccessive specializzazioni, che comunque non troverebbero spazi didattici sufficienti, e di curare invece al meglio quella solida preparazione tecnica in tutti gli ambiti culturali propri del settore elettrico di base e della elettronica industriale e di potenza. Ciò consente un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali e mira ad evitare la possibile obsolescenza, sul piano della formazione, dovuta al mutare delle discipline specialistiche spinte.

Il corso di diploma, pertanto, fornisce l'impostazione generale matematica dei fenomeni fisici e delle leggi della chimica, la conoscenza degli strumenti informatici con l'uso concreto di svariati metodi di calcolo, la conoscenza dei concetti di economia e di organizzazione applicati ai processi produttivi. Vi sono poi discipline tecnico-scientifiche rivolte a fornire una buona conoscenza dell'elettrotecnica e dell'elettronica, delle macchine elettriche e dell'elettronica di potenza, degli azionamenti elettrici e dell'energetica elettrica, degli impianti elettrici, della sicurezza elettrica, dell'automazione. L'approccio didattico è sempre rivolto all'applicazione specifica, con strumenti e linguaggi correnti nel lavoro professionale.

La professionalità dell'ingegnere diplomato si potrà esprimere in impieghi quali: progettazione, esercizio e manutenzione degli impianti a contenuto tecnologico elettrico di fabbrica, attività tecniche di esercizio nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto o di processo, logistica, installazione e/o collaudo di macchine e sistemi semplici o complessi, direzione e gestione di reparti e di linee di produzione, attività di controllo e verifiche tecniche, sicurezza elettrica, attività di promozione, vendita, assistenza tecnica, funzioni di responsabile per sistemi di energia, ecc.

L'attività potrà essere svolta sia nel mondo industriale che presso enti pubblici e privati.

L'attività professionale del diplomato ingegnere elettrico sarà comunque rivolta:

- sia ai processi di preparazione, produzione, trasformazione e vendita di materiali e prodotti, inclusa la gestione delle risorse, interloquendo utilmente con i laureati e i tecnici anche di altra area culturale;
- sia alla funzione di raccordo tra la fase di ideazione e la fase di realizzazione dei manufatti e dei sistemi di produzione e di servizio, disponendo dei criteri validi per scelte razionali.

In base alla disponibilità sarà anche possibile effettuare un approfondimento applicativo mediante tirocini e *stage*. In collegamento col sistema industriale si prevede di sviluppare progetti esecutivi o relazioni tecniche critiche su attività sperimentali o produttive per la preparazione di tesi o di elaborati finali per il conseguimento del titolo.

### Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

1 310 H	Istituzioni di matematiche 1
1 315 H	Istituzioni di matematiche 2
1 065 H	Chimica
1 125 H	Disegno tecnico industriale
1 240 H	Fondamenti di informatica

1:2	1 320 H	Istituzioni di matematiche 3
	1 220 H	Fisica 1
	1 225 H	Fisica 2
	1 475 H	Tecnologia meccanica
	1 465 H	Tecnologia dei materiali e chimica applicata

2:1	1 045 H	Calcolo numerico + Statistica matematica
	1 190 H	Elettrotecnica
	1 230 H	Fisica tecnica
	1 085 H	Comportamento meccanico dei materiali
	1 150 H	Elementi di meccanica teorica e applicata

2:2	1 440 H	Sistemi energetici
	1 160 H	Macchine elettriche
	1 205 H	Elettrotecnica 2
	1 160 H	Elettronica applicata 1
	1 165 H	Elettronica applicata 2

3:1	1 180 H	Elettronica industriale di potenza 1
	1 185 H	Elettronica industriale di potenza 2
	1 100 H	Controlli automatici 1
	1 105 H	Controlli automatici 2
	1 370 H	Misure elettriche

3:2	1 015 H	Azionamenti elettrici 1
	1 020 H	Azionamenti elettrici 2
	1 280 H	Impianti elettrici 1
	1 285 H	Impianti elettrici 2
	1 130 H	Economia e organizzazione aziendale

Corso di diploma universitario in

# Ingegneria meccanica

(Sedi di Alessandria e Mondovì)

Il diploma universitario in *Ingegneria meccanica* soddisfa la domanda di tecnici di livello medio-alto, dotati di competenze tecniche di base e trasversali, capaci di integrarsi facilmente nell'attività produttiva accanto alla figura professionale del laureato ingegnere.

L'area di destinazione è quella dell'ingegneria meccanica e più in generale dell'ingegneria industriale. Il diplomato ingegnere meccanico è un "tecnico di elevata preparazione, qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione". La grande varietà dei compiti che gli vengono richiesti dal mercato, composto in prevalenza da piccole e medie aziende di notevole diversificazione produttiva, merceologica e gestionale, impone una sicura preparazione di base insieme ad ampi contenuti tecnico-applicativi, che ne favoriscano l'immediato inserimento professionale.

È prevalente il concetto di evitare eccessive specializzazioni, che comunque non troverebbero spazi didattici sufficienti, e di curare invece al meglio quella solida preparazione tecnica in tutti gli ambiti culturali propri della meccanica. Ciò consente un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali ed evita l'obsolescenza, sul piano della formazione, dopo pochi anni.

Il corso di diploma, pertanto, fornisce l'impostazione generale matematica dei fenomeni fisici e delle leggi della chimica, la conoscenza dell'informatica con l'uso concreto dei calcolatori, la conoscenza di concetti di economia e di organizzazione applicati ai processi produttivi. Vi sono poi discipline tecnico-scientifiche rivolte a fornire una buona conoscenza della meccanica dei solidi e dei fluidi, della componentistica meccanica, dell'analisi dinamica dei sistemi meccanici, delle trasformazioni e della trasmissione dell'energia, dei materiali, delle macchine, delle tecnologie e degli impianti di produzione. L'approccio didattico è sempre rivolto all'applicazione specifica, con strumenti e linguaggi correnti nel lavoro professionale.

La professionalità dell'ingegnere diplomato si potrà esprimere in impieghi tipici quali: esercizio e manutenzione della fabbrica, attività tecniche di esercizio nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto o di processo, logistica, installazione e/o collaudo di macchine e sistemi semplici o complessi, direzione e gestione di reparti e di linee di produzione, attività di controllo e verifiche tecniche, sicurezza ambientale, attività di promozione, vendita, assistenza tecnica, ecc.

L'attività potrà essere svolta sia nel mondo industriale che presso enti pubblici e privati.

L'attività professionale del diplomato ingegnere meccanico sarà comunque rivolta:

- sia ai processi di preparazione, produzione, trasformazione e vendita di materiali e prodotti, inclusa la gestione delle risorse, interloquendo utilmente con i laureati e i tecnici anche di altra area culturale;
- sia alla funzione di raccordo tra la fase di ideazione e la fase di realizzazione dei manufatti e dei sistemi di produzione e di servizio, disponendo dei criteri validi per scelte razionali.

In base alla disponibilità sarà anche possibile effettuare un approfondimento applicativo mediante tirocini e *stage*. In collegamento col sistema industriale si prevede di sviluppare progetti esecutivi o relazioni tecniche critiche su attività sperimentali o produttive per la preparazione di tesi o di elaborati finali per il conseguimento del titolo.

### Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

1 310 P	Istituzioni di matematiche 1
1 315 P	Istituzioni di matematiche 2
1 065 P	Chimica
1 125 P	Disegno tecnico industriale
1 240 P	Fondamenti di informatica

1:2	1 320 P	Istituzioni di matematiche 3
	1 220 P	Fisica 1
	1 225 P	Fisica 2
	1 475 P	Tecnologia meccanica
	1 465 P	Tecnologia dei materiali e chimica applicata

2:1	1 045 P	Calcolo numerico + Statistica matematica
	1 190 P	Elettrotecnica
	1 230 P	Fisica tecnica
	1 085 P	Comportamento meccanico dei materiali
	1 150 P	Elementi di meccanica teorica e applicata

2:2	1 440 P	Sistemi energetici
	1 350 P	Meccanica dei fluidi
	1 345 P	Meccanica applicata alle macchine
	1 160 P	Macchine elettriche
	1 015 P	Azionamenti elettrici

3:1	1 120 P	Disegno assistito dal calcolatore
	1 480 P	Tecnologia meccanica 2
	1 325 P	Macchine
	1 145 P	Elementi costruttivi delle macchine
		X

3:2	1 260 P	Gestione aziendale
	1 290 P	Impianti industriali
	1 295 P	Impianti termotecnici
		Y, Z

X, Y, Z: corsi differenziati a seconda dell'orientamento.

# Programmi degli insegnamenti

*I programmi sono riportati in ordine di anno e periodo didattico (l'ordine in cui compaiono nei quadri riassuntivi che accompagnano la presentazione di ciascun corso). Al termine del volume è l'indice alfabetico generale, per titoli degli insegnamenti e per nomi dei docenti. I programmi del primo anno e del primo periodo didattico del secondo (comuni ai due corsi) sono riportati insieme; seguono (a p. 40) i rimanenti insegnamenti per Ingegneria elettrica e (a p. 50) per Ingegneria meccanica.*

*Ciascun modulo didattico ha la durata di circa 60 ore (complessivamente, per lezioni, esercitazioni e laboratori); dove già era noto è stato indicato il nome del docente (e, tra parentesi, il dipartimento del Politecnico cui afferisce).*

*Nelle sigle che precedono i titoli, la prima cifra indica la sede dei corsi (1 per Alessandria, 5 per Mondovì): abbiamo indicato 1, da intendersi in ogni caso intercambiabile con 5; la lettera finale indica il corso di diploma cui l'insegnamento appartiene (H elettrica, P meccanica): così, ad esempio, 1 065 H/P significa che il programma di Chimica è appropriato ad ambedue i corsi di diploma, e corrisponde alle sigle 1065H e 1065P (Alessandria), 5065H e 5065P (Mondovì).*

*La presente Guida è andata in stampa il 1993-08-21, e quanto riportato è da ritenersi aggiornato a quella data. La ristrettezza dei tempi di edizione non ha permesso di sottoporre all'attenzione dei singoli docenti i testi che seguono per una finale revisione: il CIDEM si scusa con docenti e studenti per eventuali sviste ed errori residui, assumendosene la responsabilità, e ringrazia anticipatamente coloro che vorranno segnalarli.*

## 1 310 H/P Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Prof. Nadia Chiarli (Matematica)

### PROGRAMMA

#### 1. Preliminari e richiami.

Richiami sulle nozioni fondamentali di algebra e di geometria

#### 2. I numeri complessi.

Forma algebrica dei numeri complessi, piano di Argand-Gauss, forma trigonometrica. Radici  $n$ -esime di un numero complesso e loro rappresentazione geometrica. Equazioni algebriche. Scomposizione dei polinomi reali e complessi.

#### 3. Matrici, determinanti, sistemi lineari.

Nozioni generali sulle matrici a coefficienti reali e complessi. Riduzione di una matrice e rango. Operazioni sulle matrici. Matrici invertibili. Sistemi lineari e loro risoluzione col metodo di riduzione. Teorema di Rouché-Capelli. Sistemi lineari omogenei. Determinanti. Teorema di Cramer.

4. *Geometria analitica piana.*

Vettori applicati e vettori liberi nel piano. Somma, prodotto per un numero, prodotto scalare. Componenti.

Rappresentazione parametrica e cartesiana di una retta nel piano. Parallelismo, ortogonalità, angoli. Fasci di rette. Distanza di un punto da una retta.

Circonferenza. Rette tangenti a una circonferenza. Fasci di circonferenze. Coniche in forma canonica o traslate. Fuochi, assi di simmetria, asintoti dell'iperbole.

**1 315 H/P Istituzioni di matematiche 2**

Anno:periodo 1:1

Prof. Silvio Greco (Matematica)

**PROGRAMMA**1. *Richiami delle nozioni elementari di trigonometria. Funzioni elementari.*2. *Funzioni, limiti, derivate.*

Funzioni reali di una variabile reale. Dominio. Grafico. Funzioni crescenti e decrescenti.

Concetto di limite. Limiti fondamentali. Teoremi sui limiti. Forme indeterminate. Funzioni continue.

Asintoti orizzontali e verticali di una funzione.

Il concetto di derivata, significato geometrico.

Applicazioni della derivata prima: crescita, decrescenza, massimi e minimi relativi.

Applicazioni della derivata seconda: concavità e flessi.

Formula di Taylor. Parabola approssimante.

3. *Integrali e equazioni differenziali.*

La nozione di integrale definito. Teorema della media.

Primitive, integrale indefinito, teorema di Torricelli.

Integrazione per parti e per sostituzione.

Calcolo di aree.

Generalità sulle equazioni differenziali.

Equazioni differenziali lineari del primo ordine omogenee e non omogenee: integrale generale e problema di Cauchy.

**1 065 H/P Chimica**

Anno:periodo 1:1

Prof. Margherita Appendino (Scienza dei materiali e ing. chimica)

**PROGRAMMA***Chimica generale.*

Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica. Sistema periodico degli elementi.

Legame chimico e formazione di composti.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia.

Stato gassoso: leggi dei gas; gas ideali e reali.

Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzioni solide.

Stato liquido: tensione di vapore, crioscopia ed ebullioscopia.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei. Legge dell'azione di massa e regola delle fasi. Soluzioni di elettroliti. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Elettrochimica; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.

*Chimica inorganica.*

Reattività di metalli e non metalli ed esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

*Chimica organica.*

Cenni su idrocarburi e gruppi funzionali. Reazioni di polimerizzazione.

#### BIBLIOGRAFIA

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto e Bella.

## 1 125 H/P      **Disegno tecnico industriale**

Anno/periodo 1:1

Prof. Antonio Zompì (Sistemi di produzione ed econ. dell'azienda)

Il corso fornisce le nozioni teoriche ed applicative di rappresentazione grafica degli oggetti della produzione meccanica, con particolare riferimento alle norme di unificazione.

#### PROGRAMMA

La rappresentazione di elementi meccanici mediante proiezioni ortogonali ed assonometriche.

Normativa nazionale ed internazionale sul disegno tecnico. Quotatura dei pezzi meccanici e riferimenti alla quotatura funzionale.

Tolleranze di lavorazione, dimensionali e geometriche; relazioni con i processi di lavorazione e criteri di scelta.

Finitura superficiale, rugosità.

Elementi ricorrenti nelle costruzioni meccaniche: smussi, raccordi, gole, assi e alberi, perni e snodi.

Montaggio e fissaggio di organi meccanici: dispositivi di collegamento smontabili non filettati (chiavette, linguette, spine, scanalati) e filettati (viti, dadi, ghiera, dispositivi antisvitamento spontaneo). Accoppiamenti filettati. Profili filettati e loro unificazione.

Cenni di tecnologia di base: lavorazioni fondamentali per deformazione ed asportazione di truciolo e loro influenza sul disegno dei pezzi meccanici. Schemi delle principali macchine utensili.

ESERCITAZIONI. Schizzi e disegni di particolari e di gruppi meccanici semplici, con introduzione all'uso di tabelle e cataloghi.

# 1 240 H/P Fondamenti di informatica

Anno: periodo. 1:1

Prof. Claudio Demartini (Automatica e informatica)

Il corso intende presentare i fondamenti dell'informatica, con lo scopo di fare acquisire agli allievi una discreta "manualità" nell'uso degli elaboratori, attraverso l'impiego di strumenti di produttività individuale e di linguaggi di programmazione. Verranno fornite nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore, sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno e sui principali componenti *software* che costituiscono un sistema informatico.

Il corso può essere considerato propedeutico per molti corsi di carattere matematico-fisico che richiedono l'uso del calcolatore per le esercitazioni e/o lo sviluppo di casi di studio su elaboratori.

## PROGRAMMA

### *I fondamenti.*

Sistemi di numerazione, algebra booleana, funzioni logiche, codifica dell'informazione.

*L'architettura di un sistema di elaborazione.*

Che cos'è un elaboratore (*hardware e software*);

architettura *hardware*:

unità centrale di elaborazione (CPU), memoria centrale, memoria di massa, unità di ingresso/uscita, struttura a *bus*;

principi base di funzionamento;

varie fasi dell'esecuzione di una istruzione

*Il software.*

Classificazione: *software* di base, *software* applicativo, *software* di produttività individuale;

fasi dello sviluppo di un programma;

i principi della programmazione strutturata;

algoritmi e strutture di dati;

linguaggi di programmazione: classificazioni, il linguaggio Pascal.

*Software di produttività individuale.*

Caratteristiche generali, classificazioni, fogli elettronici, *data base*.

*Il sistema operativo.*

Classificazioni (*multi-task, multi-user, real-time, ecc.*);

caratteristiche principali del sistema operativo MS-DOS.

**ESERCITAZIONI.** Sono previste esercitazioni di programmazione in Pascal in aula e su *personal computer*.

**1 320 H/P Istituzioni di matematiche 3**

Anno:periodo 1:2

Prof. Nives Catellani (Matematica)

Obiettivi del corso: introdurre le nozioni principali del calcolo vettoriale con le sue applicazioni alla geometria dello spazio, e del calcolo differenziale e integrale in più variabili; fornire una conoscenza di base dei metodi matematici utilizzati nelle applicazioni meccaniche.

REQUISITI. *Istituzioni di matematiche 1 e 2.***PROGRAMMA****1. Calcolo vettoriale.**

Vettori liberi e applicati, prodotto scalare e vettoriale. Coordinate cartesiane dello spazio. Equazioni di piani, sfere, rette, circonferenze. Misure di angoli e distanze. Altre superfici fondamentali: coni, cilindri, quadriche. Coordinate cilindriche e sferiche.

**2. Funzioni di più variabili.**

Insiemi di livello, derivate parziali, gradiente, massimi e minimi liberi. Integrali multipli, di linea e di superficie.

**3. Meccanica del corpo rigido.**

Cinematica, moti relativi, equazioni cardinali, lavoro ed energia, impulso, quantità di moto, momento della quantità di moto.

**4. Analisi dei sistemi dinamici lineari.**

Stabilità e vibrazioni.

**1 220 H/P Fisica 1**

Anno:periodo 1:2

Prof. Bruno Minetti (Fisica)

Obiettivi: fornire agli studenti conoscenze di base su grandezze fisiche, misurazioni e unità di misura, meccanica e campi elettrici.

**PROGRAMMA**

1. Grandezze fisiche. Unità di misura ed equazioni dimensionali. Errori sperimentali e calcolo dell'errore.

2. Vettori: definizione, composizione.

3. Meccanica del punto: cinematica, moti relativi, composizione dei moti. Principi di conservazione dell'energia meccanica, della quantità di moto, del momento angolare. Oscillazioni meccaniche e condizioni di risonanza.

4. Introduzione alla meccanica del corpo rigido: definizione di centro di massa e baricentro; cinematica rotazionale.

5. Elementi di statica: equilibrio di forze. Definizione di vincolo. Reazioni vincolari. Cenni di idrostatica. Concetto di portata.

6. Campi di forze. Campi elettrici statici. Potenziale elettrostatico, teorema di Gauss.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al calcolatore.

## 1 225 H/P **Fisica 2**

Anno:periodo 1:2

Prof. Aldo Pasquarelli (Fisica)

Obiettivi: fornire le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo, dei fenomeni ondulatori meccanici ed elettromagnetici e conoscenze di base sul funzionamento degli strumenti ottici.

### PROGRAMMA

1. Corrente elettrica. Concetto di resistenza elettrica. Conduzione ohmica. Effetto Joule.
2. Campi magnetici statici. Forza di Lorentz. Forze su correnti. Calcolo di campi magnetici generati da correnti stazionarie.
3. Comportamento dei materiali in campi elettrici e magnetici statici.
4. Induzione elettromagnetica. Campi variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell.
5. Concetto di onda progressiva e stazionaria. Onde elettromagnetiche. Elementi di ottica ondulatoria.
6. Ottica geometrica e strumenti ottici.
7. Termodinamica: temperatura e calore. Generazione, trasporto e dissipazione del calore. Primo e secondo principio della termodinamica. Ciclo di Carnot e rendimento delle macchine termiche. Concetto di entropia. Applicazioni ai gas perfetti.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al computer.

## 1 475 H/P **Tecnologia meccanica**

Anno:periodo 1:2

Prof. Augusto De Filippi (Sistemi di produzione ed econ. dell'azienda)

Il corso si propone di fornire un quadro sintetico ma il più possibile completo delle principali operazioni tecnologiche usate nell'industria manifatturiera per la costruzione di particolari meccanici. Al termine del corso l'allievo dovrebbe essere in grado di progettare il ciclo tecnologico per la realizzazione di semplici particolari meccanici.

### PROGRAMMA

1. *Le lavorazioni con asportazione di truciolo.*  
Cenni di teoria della formazione del truciolo.  
Tornitura, fresatura, foratura, broccatura.  
Gli utensili, geometria e materiali.  
La rettificatura.
2. *La produzione dei semilavorati.*  
Processi fusori: fusioni in terra, in conchiglia, pressofusione, microfusione.  
Lavorazioni per deformazione plastica: laminazione, estrusione, trafilatura, stampaggio.
3. *La lavorazione delle lamiere.*  
Imbutitura e tranciatura.  
Imbutitura al tornio e fluotornitura

## ESERCITAZIONI.

Le esercitazioni consisteranno nella stesura di semplici cicli di lavorazione e nell'esecuzione di esercizi di calcolo della potenza richiesta dalle diverse operazioni.

## BIBLIOGRAFIA

Secciani, Villani, *Produzione metalmeccanica. Vol. 2 e 3*, Cappelli.  
Giusti, Santocchi, *Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione*, Ambrosiana.  
Kalpakjian, *Manufacturing engineering and technology*, Addison Wesley.  
Andrisano, Grilli, *Esercitazioni di macchine utensili*, Pitagora.

1 465 H/P

## Tecnologia dei materiali e chimica applicata

Anno:periodo 1:2

Prof. Paolo Spinelli (Scienza dei materiali e ing. chimica)

Il corso ha come principali obiettivi la definizione delle caratteristiche dei materiali utilizzati nelle realizzazioni ingegneristiche di tipo chimico, meccanico ed elettrico e l'individuazione dei parametri che ne controllano l'impiego, le tecnologie di fabbricazione e/o di trasformazione e le prestazioni in esercizio. Vengono inoltre illustrate la finalizzazione ingegneristica e tecnologica e le conseguenze di sollecitazioni di varia natura (meccaniche, elettriche, termiche, chimiche ecc. - singole o combinate) sulla durata in esercizio.

REQUISITI. I corsi di base di matematica, di fisica, di chimica.

## PROGRAMMA

Classificazione e proprietà generali dei materiali metallici, ceramici, polimerici e compositi impiegati nell'ingegneria. Materiali monocristallini, policristallini ed amorfi.

Proprietà tecnologiche dei materiali. Definizione e misura delle principali caratteristiche d'impiego.

Richiami sulle strutture dei solidi. Cristalli ideali e cristalli reali. Difetti strutturali: vacanze e dislocazioni. Diagrammi di stato.

Materiali ceramici tradizionali e per tecnologie avanzate.

Produzione e impieghi del rame e dell'alluminio.

Materiali polimerici termoplastici e termoindurenti; elastomeri.

Materiali compositi a matrice polimerica, metallica e ceramica.

Dielettrici solidi. liquidi e gassosi.

Sistemi elettrochimici di generazione e accumulo della energia elettrica.

Problemi di durabilità e meccanismi di degrado e di protezione dei materiali.

## 1 045 H/P **Calcolo numerico + Statistica matematica**

Anno: periodo 2:1

Obiettivi del corso. Calcolo numerico: breve illustrazione di alcuni metodi numerici di base, allo scopo di mettere gli studenti in condizione di utilizzare librerie scientifiche (NAG, IMSL, MATLAB) per la risoluzione di problemi numerici. Statistica matematica: introduzione alle idee di base del calcolo delle probabilità e della statistica, presentazione delle principali distribuzioni, con applicazioni a situazioni applicative.

REQUISITI. *Istituzioni di matematiche 1, 2 e 3.*

### PROGRAMMA

1. Conseguenze dell'aritmetica del calcolatore sul calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.
2. Metodi numerici dell'algebra lineare.
3. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali.
4. Equazioni e sistemi non lineari.
5. Calcolo di integrali.
6. Elementi di calcolo delle probabilità: definizioni e regole di calcolo. Teorema di Bayes.
7. Distribuzioni. Distribuzioni sperimentali e principali distribuzioni teoriche.
8. Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, *test* statistici e intervalli di fiducia.
9. Cenni sul controllo della qualità nei processi produttivi.

## 1 190 H/P **Elettrotecnica**

Anno: periodo 2:1

Prof. Giovanni Ghione (Elettronica)

### PROGRAMMA

#### *Teoria delle reti elettriche.*

Sistemi elettrici in regime stazionario: grandezze elettriche fondamentali; bipoli elettrici; reti elettriche e teoremi fondamentali.

Sistemi elettrici in regime quasi stazionario: sistemi monofase in regime sinusoidale; sistemi trifase in regime sinusoidale; cenni sui regimi transitori.

Cenni sulle misure elettriche.

#### *Cenni ed applicazioni sulla teoria dei campi.*

Campo elettrostatico: capacità, schermature, materiali isolanti.

Campo di corrente: prese di terra, protezioni di strutture metalliche.

Campo magnetico: circuiti magnetici, materiali ferromagnetici.

#### *Macchine elettriche.*

Induzione elettromagnetica: auto- e mutue induttanze.

Teoria del trasformatore monofase.

Cenni sulle principali macchine elettriche rotanti.

**ESERCITAZIONI.**

Le esercitazioni prevedono calcoli su applicazioni pratiche concernenti argomenti di impiantistica industriale: rifasamento; apparecchiature di manovra ed protezione in bassa tensione; linee elettriche: dimensionamento e cadute di tensione; tecniche per la sicurezza elettrica.

**1 230 H/P Fisica tecnica**

Anno: periodo 2:1

Prof. Alfredo Sacchi (Energetica)

Il contenuto del corso è quello tradizionale: comprende argomenti strettamente tecnici (termodinamica applicata e termofluidodinamica) che costituiscono un collegamento fra i corsi teorici e quelli applicativi; contiene argomenti più particolari (acustica applicata ed illuminotecnica) che di norma non vengono ripresi in corsi successivi.

**PROGRAMMA***Illuminotecnica.*

Sorgenti luminose puntiformi, lineari e di superficie con relativi metodi di calcolo: schemi elettrici di alimentazione.

*Acustica applicata.*

Audiogramma normale, proprietà dei materiali, riverberazione, isolamento acustico; legge 277 del 15/8/91 e DPCM 1/4/91.

*Termodinamica applicata.*

Sistemi, stati, trasformazioni. Primo e secondo principio; trasformazioni reversibili; ciclo di Carnot. Funzioni di stato quali exergia, entropia, entalpia. Sistemi aperti ed equazioni di bilancio.

Gas ideali perfetti e quasi perfetti; proprietà dei cicli diretti ideali (Otto, Joule, Diesel, Carnot e cicli rigenerativi).

Vapori e loro proprietà; cicli diretti ideali; rigenerazione. Cicli inversi. Effetto Joule-Thomson, gas reali. Miscele aria-vapore; diagramma di Mollier per l'aria umida.

*Termofluidodinamica.*

Fenomeni di trasporto dell'energia, della quantità di moto e della massa. Principi di conservazione. Moto prodotto da differenze di densità. Conduzione termica, legge di Fourier, conducibilità. Convezione naturale e forzata. Irraggiamento termico, leggi fondamentali, scambio termico fra corpi neri e grigi. Scambio termico liminare e globale, resistenza termica. Scambiatori di calore.

**BIBLIOGRAFIA**

C. Codegone, *Fisica tecnica*, 6 vol., Giorgio, Torino, 1969.

A. Sacchi, G. Cagliaris, *Fisica tecnica*, UTET, Torino, 1990.

C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica. Vol. 1 e 2*, Levrotto & Bella, Torino, 1981.

P. Gregorio, *Esercizi di fisica tecnica*, 2 vol., Levrotto & Bella, Torino, 1990.

P. Gregorio, *Fisica tecnica : temi d'esame svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

1 085 H/P

## Comportamento meccanico dei materiali

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi di base sulla risposta dei materiali a vari tipi di sollecitazione e sulle loro modalità di cedimento. A questo scopo, sono esposti i principi di base della teoria elastica relativi alla definizione dello stato delle tensioni e delle deformazioni e ne viene illustrata l'applicazione allo studio di diversi tipi di sollecitazione con particolare riferimento ai problemi strutturali tipici della progettazione meccanica. Si presentano inoltre i concetti di base relativi alle proprietà meccaniche dei materiali e si forniscono alcuni cenni sulla resistenza dei materiali alle sollecitazioni cicliche.

### PROGRAMMA

#### 1. *Richiami di statica.*

Equilibrio dei corpi, vincoli, reazioni vincolari. Geometria delle aree.

#### 2. *Elementi di meccanica del continuo.*

Stato delle tensioni e delle deformazioni.  
Principio di sovrapposizione degli effetti.

Tensioni principali.

#### 3. *Progettazione e verifica in campo elastico.*

Barre in trazione e compressione.

Travi in flessione (modello di Bernoulli-Eulero).

Torsione di travi a sezione circolare piena e cava; cenni sul caso delle sezioni a parete sottile chiuse e aperte.

Instabilità elastica delle travi soggette a compressione assiale.

Tensioni ideali o equivalenti, ipotesi di "rottura".

#### 4. *Cedimento dei materiali.*

Proprietà meccaniche dei materiali: fenomenologia, materiali duttili e fragili, prova di trazione, snervamento, incrudimento, rottura.

Normativa UNI-ISO per lo svolgimento delle prove.

Cenni sugli effetti di intaglio, sulla concentrazione delle tensioni e la loro importanza pratica.

Cenni sulla resistenza alle sollecitazioni cicliche: fatica dei materiali, curve di Wohler.

1 150 H/P

## **Elementi di meccanica teorica e applicata**

Anno:periodo 2:1

### **PROGRAMMA**

1. Meccanica del corpo rigido: cinematica, moti relativi, equazioni cardinali, lavoro ed energia, impulso, quantità di moto, momento della quantità di moto.
2. Accoppiamenti tra corpi rigidi: coppie cinematiche, accoppiamenti di forza.
3. Attrito: attrito secco, attrito volvente.
4. Componenti meccanici e sistemi di trasmissione: freni, frizioni, meccanismi, ruote di frizione, ruote dentate, rotismi, flessibili, vite-madrevite.
5. Transitori nei sistemi meccanici: accoppiamento motore-carico diretto e con riduttore di velocità o con frizione, sistemi a regime periodico.
6. Meccanica dei sistemi vibranti a un grado di libertà: vibrazioni libere, vibrazioni smorzate.
7. Supporti lubrificati: teoria elementare della lubrificazione, lubrificazione idrodinamica e idrostatica, pattino piano, perno lubrificato.

**ESERCITAZIONI.** Sono previste esercitazioni teoriche e simulazioni al computer.

## 1 440 H Sistemi energetici

Anno:periodo 2:2

Prof. Andrea Catania (Energetica)

Il corso intende fornire le nozioni di base per l'analisi dei sistemi energetici a fluido, sia in condizioni nominali di funzionamento, sia in condizioni diverse da quelle di progetto, ed è volto essenzialmente alle problematiche degli impianti motori a vapore e a gas, degli impianti di compressione, dei sistemi energetici idraulici. Oltre ai principi di termodinamica-energetica e di fluidodinamica applicate a tali sistemi saranno forniti anche gli elementi per la valutazione dell'influenza del singolo componente sulle loro prestazioni e per consentirne la scelta.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni sia in aula che in laboratorio, e prevede visite ad impianti o industrie costruttrici di macchine a fluido.

### PROGRAMMA

Classificazione dei sistemi energetici a fluido e loro applicazioni. Fondamenti di termodinamica e fluidodinamica applicate ai sistemi energetici.

Impianti a vapore: cicli termodinamici e loro realizzazione; mezzi per migliorarne le prestazioni; impianti a cogenerazione e a ciclo combinato; regolazione delle turbine a vapore.

Turbine a gas: impianti e cicli termodinamici; caratteristica meccanica e di regolazione.

Compressori di gas: principi e caratteristiche di funzionamento.

Impianti idroelettrici e di pompaggio: turbine idrauliche, turbopompe e loro regolazione.

Motori alternativi a combustione interna: cicli termodinamici e di lavoro; caratteristica meccanica e di regolazione.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri, oltre che di migliorare il grado di apprendimento.

### BIBLIOGRAFIA

A.E. Catania, *Complementi di macchine*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.

A.E. Catania, *Turbocompressori*, ACSV (Appunti dai Corsi Seminari di Vercelli), Ed. CGVCU (Comitato per la Gestione in Vercelli dei Corsi Universitari), 1990.

A.E. Catania, *Compressori volumetrici*, ACSV, Ed. CGVCU, 1991.

A.E. Catania, *Turbine idrauliche*, ACSV, Ed. CGVCU, 1992.

A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino, 1967.

1 160 H

## Macchine elettriche

Anno:periodo 2:2

Questo corso, partendo da requisiti di conoscenze della fisica, dell'elettrotecnica e dell'analisi matematica vuole fornire allo studente le conoscenze di base dell'elettronica dei circuiti a semiconduttore.

### PROGRAMMA

Inizialmente verranno forniti semplici concetti di teoria dei semiconduttori, indispensabili per comprendere il funzionamento dei dispositivi affrontati in seguito.

Vengono quindi studiati i dispositivi elementari, quali il diodo, il transistor bipolare e il FET, con i relativi modelli. Dei transistori bipolari vengono in particolare analizzati semplici circuiti di amplificatore, con i relativi i circuiti di polarizzazione. Dei FET vengono visti sia i circuiti di potenza basati sui dispositivi JFET, sia i circuiti logici, basati sui MOSFET. Viene quindi sviluppato uno studio in frequenza di questi dispositivi.

Successivamente viene affrontata la teoria degli amplificatori operazionali, presentando i più classici circuiti applicativi, quali amplificatori invertenti e non, sommatori, integratori, differenziatori, oscillatori, filtri.

Conclude il corso una rassegna di porte logiche, bipolari e MOS, che introduce l'elettronica digitale di secondo livello.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni proposte agli studenti si sviluppano in due ambienti differenti.

Nel primo, tramite l'uso di un simulatore elettronico, PSPICE, si vuole mettere l'allievo in grado di simulare i circuiti visti a lezione utilizzando uno strumento CAD, disponibile su PC e ampiamente diffuso nella pratica quotidiana dell'elettronica.

Nel secondo ambiente lo studente avrà a disposizione un laboratorio con strumenti di base (alimentatore, oscilloscopio, piastre millefori) con cui provare sperimentalmente i circuiti studiati a lezione e simulati con gli strumenti CAD (PSPICE).

### BIBLIOGRAFIA

Viene proposto come libro di testo il volume

Bogart, *Electronics : devices and circuits*, Merrill, 1993,

che fornisce allo studente ampio materiale di compendio sugli argomenti trattati. Inoltre il libro presenta un cospicuo numero di esercizi risolti, una parte di circuiti modellati con PSPICE, e contiene argomenti che verranno sviluppati nel secondo corso di elettronica, risultando così un buon investimento.

## 1 205 H Elettrotecnica 2

Anno:periodo 2:2

### PROGRAMMA

*Teoria delle reti elettriche.*

Transitori RLC.

Risonanze e filtri.

Sviluppi in serie di Fourier e loro applicazioni.

Componenti simmetriche.

*Teoria dei campi.*

Forze ed energie nei campi elettrostatico, magnetico ed elettromagnetico.

Magneti permanenti.

Studio di elettromagneti.

Applicazioni alle macchine elettriche: campi rotanti, distribuzione di induzione, distribuzione di forza magnetomotrice, avvolgimenti e armoniche spaziali e temporali.

Conversione elettromeccanica dell'energia.

**ESERCITAZIONI.** Le esercitazioni verteranno su simulazioni di circuiti elettrici e di sistemi elettromeccanici.

## 1 160 H Elettronica applicata 1

Anno:periodo 2:2

Prof. Eros Pasero (Elettronica)

Questo corso, partendo da requisiti di conoscenze della fisica, dell'elettrotecnica e dell'analisi matematica vuole fornire allo studente le conoscenze di base dell'elettronica dei circuiti a semiconduttore.

### PROGRAMMA

Inizialmente verranno forniti semplici concetti di teoria dei semiconduttori, indispensabili per comprendere il funzionamento dei dispositivi affrontati in seguito.

Vengono quindi studiati i dispositivi elementari, quali il diodo, il transistor bipolare e il FET, con i relativi modelli. Dei transistori bipolari vengono in particolare analizzati semplici circuiti di amplificatore, con i relativi i circuiti di polarizzazione. Dei FET vengono visti sia i circuiti di potenza basati sui dispositivi JFET, sia i circuiti logici, basati sui MOSFET. Viene quindi sviluppato uno studio in frequenza di questi dispositivi.

Successivamente viene affrontata la teoria degli amplificatori operazionali, presentando i più classici circuiti applicativi, quali amplificatori invertenti e non, sommatore, integratori, differenziatori, oscillatori, filtri.

Conclude il corso una rassegna di porte logiche, bipolari e MOS, che introduce l'elettronica digitale di secondo livello.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni proposte agli studenti si sviluppano in due ambienti differenti.

Nel primo, tramite l'uso di un simulatore elettronico, PSPICE, si vuole mettere l'allievo in grado di simulare i circuiti visti a lezione utilizzando uno strumento CAD, disponibile su PC e ampiamente diffuso nella pratica quotidiana dell'elettronica.

Nel secondo ambiente lo studente avrà a disposizione un laboratorio con strumenti di base (alimentatore, oscilloscopio, piastre millefori) con cui provare sperimentalmente i circuiti studiati a lezione e simulati con gli strumenti CAD (PSPICE).

#### BIBLIOGRAFIA

Viene proposto come libro di testo il volume Bogart, *Electronics : devices and circuits*, Merrill, 1993, che fornisce allo studente ampio materiale di compendio sugli argomenti trattati. Inoltre il libro presenta un cospicuo numero di esercizi risolti, una parte di circuiti modellati con PSPICE, e contiene argomenti che verranno sviluppati nel secondo corso di elettronica, risultando così un buon investimento.

## 1 165 H Elettronica applicata 2

Anno:periodo 2:2

Prof. Eros Pasero (Elettronica)

Questo corso prosegue il primo corso completando gli argomenti di elettronica classica ancora scoperti e sviluppando temi elettronici più vicini agli automatismi industriali.

#### PROGRAMMA

L'elettronica classica verterà su temi di alimentazione e regolazione di tensione, *sample & hold*, e tutti i circuiti inerenti alle conversioni A/D e D/A. Particolare enfasi verrà data alle tecniche e ai dispositivi di conversione.

La seconda parte del corso si occuperà di elettronica digitale per applicazioni industriali. In particolare verrà affrontato il tema dei microcontrollori, studiando le possibilità di utilizzo di questi circuiti e le relative applicazioni.

L'ultima parte del corso affronterà il tema dei PLC.

#### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni saranno sviluppate in laboratorio utilizzando una piastra, basata sul microcontrollore Motorola 68HC11, sviluppata al Politecnico di Torino e attualmente utilizzata nei corsi di elettronica di terzo livello del corso di laurea in elettronica. Per la parte inerente i PLC un opportuno banco di prova, interfacciato ad un PC, permetterà allo studente di progettare la propria applicazione utilizzando un semplice *personal computer*.

#### BIBLIOGRAFIA

La prima parte del corso farà uso del testo utilizzato nel primo corso.

Per la parte sui microcontrollori è disponibile il testo

P. Spasov, *Microcontroller technology*, Regent - Prentice Hall, 1993,

che sviluppa proprio una serie di applicazioni pilota da far implementare allo studente utilizzando il controllore 68HC11.

## 1 180 H      Elettronica industriale di potenza 1

Anno:periodo 3:1

Il corso ha lo scopo di fornire informazioni sul funzionamento, sui criteri di scelta, e sulle principali applicazioni delle strutture di conversione statica dell'energia elettrica.

### PROGRAMMA

*Principali componenti per la conversione statica.*

Cenni sui diodi e sugli interruttori statici di potenza. Reti con diodi e con interruttori ideali.

*Conversione CA/CC.*

Strutture monofase e trifase a semionda, controfase, a ponte. Regolazione della tensione raddrizzata. Cenni alle principali applicazioni ed ai problemi di compatibilità con la rete di alimentazione ed il carico.

*Conversione CC/CC.*

Struttura di *chopper* a uno, due e quattro quadranti. Esame delle applicazioni industriali: azionamenti per assi e per mandrini. Cenni relativi alle applicazioni di trazione.

*Conversione CC/CA.*

Strutture di *inverter*. *Inverter* di tensione: onda quadra e modulato. *Inverter* di corrente. Esame di applicazioni industriali con motori asincroni e con motori sincroni; gruppi di continuità

*Conversione CA/CA.*

Tecniche di conversione tra sorgenti a diversa frequenza. Cicloconvertitore; conversione con stadio in continua. Applicazioni alle conversioni eolico-solare.

## 1 185 H      Elettronica industriale di potenza 2

Anno:periodo 3:1

Il corso ha lo scopo di fornire informazioni complementari sul funzionamento delle strutture di conversione statica dell'energia elettrica ed in particolare sulle tecnologie e sui criteri di dimensionamento.

### PROGRAMMA

*La commutazione naturale.*

Analisi della commutazione nelle strutture a diodi ed a SCR. Cadute di tensione e perdita di controllo nelle strutture di conversione CA/CC. *Turn off, recovery*, sovratensioni.

*La commutazione forzata.*

La commutazione ai SCR e GTO. La commutazione nei transistori di potenza. Perdite di commutazione. Sistemi di pilotaggio.

*Protezioni.*

Protezioni nei confronti dei  $dv/dt$  e  $di/dt$ . Protezioni nei confronti di sovratensioni e sovracorrenti. Protezioni basate sul circuito di pilotaggio.

*Dimensionamento delle strutture e dei componenti.*

Scelta degli interruttori statici e loro dimensionamento. Dimensionamento termico e scelta dei radiatori. Trasformatori di alimentazione. Trasformatori di impulso. Reattanze, filtri.

## 1 100 H      **Controlli automatici 1**

Anno:periodo 3:1

Il corso si propone di dare agli studenti la capacità di costruire semplici modelli fisici, di analizzare le proprietà di stabilità di tali modelli e di sviluppare l'analisi di sistemi lineari, invarianti, a parametri concentrati.

### REQUISITI

Conoscenze di matematica e fisica ricevute nei corsi del primo anno. In particolare: trasformate di Laplace e di Fourier, funzioni di variabile complessa. Algebra delle matrici. Algebra lineare. Leggi elementari della fisica.

### PROGRAMMA

Introduzione ai vari tipi di sistemi (lineari, non lineari, invarianti, varianti, continui, discreti, ...).

Modellistica dei sistemi dinamici: modelli "dall'interno" e "black box".

Rappresentazioni in variabili di stato, con schemi a blocchi e mediante funzione di trasferimento.

Stabilità alla Lyapunov: cenni in generale e in dettaglio per sistemi lineari, invarianti, a parametri concentrati, continui e discreti.

Controllabilità e osservabilità, forme canoniche di rappresentazione.

Relazione tra funzione di trasferimento e rappresentazione in variabili di stato.

Stima asintotica dello stato.

Simulazione di sistemi dinamici lineari e non lineari.

Analisi di stabilità.

Analisi di controllabilità e osservabilità.

Forme matriciali di rappresentazione e funzioni di trasferimento.

Stima asintotica dello stato.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni al computer con l'uso di pacchi *software* specifici per lo studio di sistemi e per il controllo (MATLAB, ACS, Program CC, ecc.).

## 1 105 H      **Controlli automatici 2**

Anno:periodo 3:1

Il corso si propone di dare agli studenti la capacità di comprendere le proprietà ed i vantaggi del controllo in catena chiusa e progettare semplici compensatori per il controllo dei sistemi continui ad un ingresso ed una uscita.

### PROGRAMMA

Compendio degli effetti principali del controllo in catena chiusa.

Analisi di sensitività.

Retroazione dagli stati misurati ed osservati.

Diagrammi di Bode.

Diagramma di Nyquist.

Luogo delle radici.

Specifiche tecniche nel dominio del tempo e della frequenza: stabilità relativa, rapidità di risposta, errori di posizioni e velocità.

Progetto di compensatori in cascata (integrativo e derivativo).

## ESERCITAZIONI

Esercitazioni al calcolatore con l'uso di pacchi software specifici per lo studio di sistemi e per il controllo (MATLAB, ACSI, Program CC, ecc.) su tutti i punti delle lezioni.

## 1 370 H **Misure elettriche**

Anno: periodo 3:1

Obiettivi del corso: sono fornite le nozioni di base sui fondamenti pratici della moderna scienza della misura ed è fatta acquisire familiarità con i metodi di misura delle grandezze elettriche. È trattato il problema normativo sia spiegando gli scopi ed i modi di funzionamento degli enti preposti sia illustrando l'importanza della certificazione. Infine sono illustrati non tanto i principi di funzionamento, ma soprattutto le modalità d'uso degli strumenti di misura più diffusi nell'ingegneria elettrica e sono presentate le disposizioni circuitali usate per la misura di alcune grandezze elettriche.

## REQUISITI

Gli allievi debbono avere conoscenze sui metodi di calcolo infinitesimale, sul trattamento statistico dei dati e sull'uso del calcolatore numerico. È necessaria una buona conoscenza dell'elettrotecnica ed è opportuna la conoscenza delle basi dell'elettronica e della fisica.

## PROGRAMMA

I fondamenti di teoria della misurazione. Grandezza fisica, informazione e incertezza. Il procedimento logico operativo di una misurazione.

L'organizzazione metrologica e normativa internazionale, europea, comunitaria e nazionale. Le unità di misura. Il Sistema Internazionale (SI). I campioni. La disseminazione delle unità e i servizi di taratura.

I principali metodi di misura. Confronto diretto e indiretto. Gli scambi di energia.

I ponti in c.c. e in c.a. Il potenziometro. I sistemi di misura. Il modello di un sistema di misura. La taratura.

I sistemi di misura analogici, digitali e a microprocessore.

Strumenti analogici per la misurazione. Oscilloscopio a raggi catodici. Voltmetri, amperometri e wattmetri per grandezze continue e alternate.

Strumenti numerici per la misurazione. Convertitori analogico-numeriche e numerico-analogici. Multimetro. Oscilloscopio digitale.

Sistemi di misura a microprocessore: strumenti intelligenti, sistemi di acquisizione automatica dei dati.

## BIBLIOGRAFIA

E. Arri, S. Sartori, *Le misure delle grandezze fisiche*, Paravia, Torino, 1984.

L. Benetazzo, *Misure elettroniche. Strumentazione analogica*, CLEUP, Padova, 1990.

L. Benetazzo, *Misure elettroniche. Strumentazione numerica*, CLEUP, Padova, 1990.

R. Giometti, F. Frascari, *Manuale per il laboratorio di misure elettroniche*, Calderini, Bologna, 1984.

Appunti e monografie indicati a lezione dall'insegnante.

## 1 015 H Azionamenti elettrici 1

Anno:periodo 3:2

### PROGRAMMA

#### *Note introduttive.*

Definizione di azionamento e degli elementi costituenti: attuatori elettromeccanici, strutture elettroniche di potenza e strutture di controllo. Tipologie di azionamenti *dc* e principali campi di applicazione.

#### *Strutture elettroniche di potenza.*

Componenti elettronici di potenza: diodi, SCR, GTO, BJT, MOSFET, IGBT. Riepilogo dei convertitori *ac/dc* e tipologie di controllo. Tipologie di convertitori *dc/dc*.

#### *Attuatori elettromeccanici.*

Riepilogo delle equazioni della macchina *dc* e tipologie di motori a campo avvolto e a magneti permanenti.

#### *Strutture di controllo.*

Generalità sul comando in tensione e sul comando in corrente. Tipologie di modulatori (analogici e digitali) e tecniche di modulazione in anello aperto e con riferimenti generati in anello chiuso. Controlli analogici e digitali.

#### *Azionamenti dc.*

Azionamenti con strutture di potenza a ponte e controllo della tensione di armatura e della tensione di campo. Anelli di corrente. Controllo a coppia costante e a potenza costante. Azionamenti con strutture di potenza a *chopper*.

### BIBLIOGRAFIA

T.A. Lipo, D.W. Novotny, *Electromechanical systems*, Note del corso ECE 411, Univ. of Wisconsin, Madison, 1986.

W. Leonhard, *Control of electrical drives*, Springer, Berlin [etc.], 1985.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

## 1 020 H Azionamenti elettrici 2

Anno:periodo 3:2

Il corso tratta le diverse tipologie di azionamenti elettrici in corrente alternata per applicazioni industriali.

### PROGRAMMA

#### *Note introduttive.*

Definizione di azionamento e degli elementi costituenti: attuatori elettromeccanici, strutture elettroniche di potenza e strutture di controllo. Tipologie di azionamenti *ac* e principali campi di applicazione.

#### *Strutture elettroniche di potenza.*

Tipologie di convertitori *ac/ac* senza *link* in continua: *back to back* e convertitori a matrice. Tipologie di convertitori *ac/ac* con *link* in continua: *hard switching* e *soft switching*. *Inverter* a tensione impressa e a corrente impressa.

#### *Attuatori elettromeccanici.*

Riepilogo delle nozioni base dei motori ad induzione e dei motori sincroni con riferimento alle applicazioni a velocità variabile.

*Strutture di controllo.*

Generalità sul comando in tensione e sul comando in corrente. Tipologie di modulatori (analogici e digitali) e tecniche di modulazione in anello aperto e con riferimenti generati in anello chiuso. Controlli analogici e digitali.

*Azionamenti ac per motori ad induzione.*

*Soft start.* Azionamenti ad *inverter* a corrente impressa. Azionamenti ad *inverter* a tensione impressa: ad onda quadra e modulati.

Metodi scalari di controllo: azionamenti per il controllo della frequenza e per il controllo della coppia. Azionamenti con *inverter* di tensione di tipo *V/f* costante: anello aperto, con anello di velocità, con controllo di scorrimento, controllo di coppia e di flusso. Azionamenti di tipo CRPWM. Azionamenti con *inverter* di corrente. Limiti delle soluzioni presentate.

Metodi vettoriali di controllo.

*Azionamenti ac per motori sincroni.*

Metodi scalari di controllo: anello aperto di tipo *V/f* costante, autocontrollo. cicloconvertitore.

Metodi vettoriali di controllo: cicloconvertitore, motori a magneti permanenti.

## BIBLIOGRAFIA

T.A. Lipo, D.W. Novotny, *Electromechanical systems*, Note del corso ECE 411, Univ. of Wisconsin, Madison, 1986.

W. Leonhard, *Control of electrical drives*, Springer, Berlin [etc.], 1985.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

## 1 280 H      Impianti elettrici 1

Anno:periodo 3:2

### PROGRAMMA

Notizie generali sui sistemi di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica sul territorio.

Quadro legale e normativo di riferimento.

Stato del neutro.

Regolazione della tensione.

Guasti nei sistemi elettrici di potenza.

Sovracorrenti, sovratensioni.

Criteri per il calcolo delle correnti di guasto.

Impianti di terra.

Sistemi di protezione per i vari tipi di guasto.

Apparecchiature di protezione, sezionamento, manovra.

Trasformatori, generatori e macchine statiche (sotto il profilo dell'utilizzo impiantistico).

## 1 285 H      **Impianti elettrici 2**

Anno:periodo 3:2

### PROGRAMMA

Illustrazione di specifiche tecnologiche e funzionali relative a componenti MT e BT di impianti di potenza (quadri elettrici, UPS, cavi, linee blindate, sistemi di rifasamento, corpi illuminanti, ecc.).

Criteri generali di progetto per:

- un impianto industriale alimentato in MT;
- un impianto terziario alimentato in MT.

Sviluppo di esempi applicativi sui casi precedenti, con utilizzo di programmi di calcolo.

Impianti di trazione (cenni).

Impianti in luoghi a rischio di esplosione o incendio (cenni).

Impianti di protezione contro scariche atmosferiche. Problemi generali di compatibilità elettromagnetica.

Problemi generali relativi alla verifica normativa degli impianti.

Visite ad impianti; esame e commento di cartografie descrittive, audiovisivi su impianti e componenti.

## 1 130 H      **Economia e organizzazione aziendale**

Anno:periodo 3:2

Il corso, con riferimento alle imprese industriali, consente di inquadrare il significato economico delle diverse attività aziendali al fine di decidere le soluzioni strutturali e di gestire in modo razionale le attività produttive e le risorse utilizzate.

### PROGRAMMA

L'azienda come sistema aperto. Tipologia produttive. Obiettivi e strategie aziendali. Le funzioni aziendali e le relative strutture o strategie.

Metodi di previsione delle vendite. Analisi di serie storiche: medie mobili e livellamento esponenziale.

Le decisioni di posizionamento strategico produttivo.

Le decisioni di investimento. Decisioni di sostituzione del macchinario. Decisioni di dimensionamento di servizi aziendali.

*Budget* commerciale. *Budget* produttivo. Piani aggregati di produzione. *Master Production Schedule*. *Material Requirements Planning*. *Scheduling*. Tecnica PERT e CPM. Studio dei tempi di esecuzione. Tempo *standard* di produzione. Gestione materiali.

Approccio JIT. *Lean production*.

*Total quality management* (QFD, FMEA, Taguchi, CEDAC, SPC).

Significato economico delle attività produttive (contabilità analitica). Controllo di gestione. La formulazione di un preventivo. Il bilancio aziendale. Gli indici di bilancio. Analisi di *break-even*.

1 440 P

## Sistemi energetici

Anno:periodo 2:2

Prof. Andrea Catania (Energistica)

Il corso intende fornire le nozioni di base per l'analisi dei sistemi energetici a fluido, sia in condizioni nominali di funzionamento, sia in condizioni diverse da quelle di progetto, ed è volto essenzialmente alle problematiche degli impianti motori a vapore e a gas, degli impianti di compressione, dei sistemi energetici idraulici. Oltre ai principi di termodinamica-energetica e di fluidodinamica applicate a tali sistemi saranno forniti anche gli elementi per la valutazione dell'influenza del singolo componente sulle loro prestazioni e per consentirne la scelta.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni sia in aula che in laboratorio, e prevede visite ad impianti o industrie costruttrici di macchine a fluido.

### PROGRAMMA

Classificazione dei sistemi energetici a fluido e loro applicazioni. Fondamenti di termodinamica e fluidodinamica applicate ai sistemi energetici.

Impianti a vapore: cicli termodinamici e loro realizzazione; mezzi per migliorarne le prestazioni; impianti a cogenerazione e a ciclo combinato; regolazione delle turbine a vapore.

Turbine a gas: impianti e cicli termodinamici; caratteristica meccanica e di regolazione.

Compressori di gas: principi e caratteristiche di funzionamento.

Impianti idroelettrici e di pompaggio: turbine idrauliche, turbopompe e loro regolazione.

Motori alternativi a combustione interna: cicli termodinamici e di lavoro; caratteristica meccanica e di regolazione.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri, oltre che di migliorare il grado di apprendimento.

### BIBLIOGRAFIA

A.E. Catania, *Complementi di macchine*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.

A.E. Catania, *Turbocompressori*, ACSV (Appunti dai Corsi Seminari di Vercelli), Ed. CGVCU (Comitato per la Gestione in Vercelli dei Corsi Universitari), 1990.

A.E. Catania, *Compressori volumetrici*, ACSV, Ed. CGVCU, 1991.

A.E. Catania, *Turbine idrauliche*, ACSV, Ed. CGVCU, 1992.

A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino, 1967.

## 1 350 P Meccanica dei fluidi

Anno:periodo 2:2

Il corso si propone di fornire gli elementi necessari al proporzionamento dei recipienti e delle condotte destinati a contenere e a convogliare fluidi. Partendo da una impostazione teorica, si perviene alle applicazioni pratiche, con particolare riguardo a quelle specifiche dell'area meccanica.

### PROGRAMMA

#### *Idrostatica.*

Pressione. Equazioni locali di equilibrio. Statica dei fluidi pesanti comprimibili ed incomprimibili. Carico piezometrico. Piezometri, manometri metallici e a mercurio, semplici e differenziali. Spinta su superfici piane e curve.

#### *Idrodinamica dei fluidi perfetti e reali.*

Equazioni dei liquidi perfetti. Teorema di Bernoulli. Estensione del teorema di Bernoulli ai fluidi comprimibili. Applicazioni ad alcuni processi di efflusso. Moto laminare. Moto turbolento. Tubi lisci, tubi scabri. Formule pratiche del moto uniforme turbolento. Moto dei fluidi comprimibili in condotti cilindrici. Resistenze localizzate. Perdite di carico per brusche variazioni di direzione e sezione. Lunghie condotte e reti di condotte. Problemi idraulicamente indeterminati e criteri di economia. Reti chiuse. Metodo di Cross. Condotte in depressione. Cenni agli impianti idroelettrici.

#### *Moto vario nelle condotte in pressione.*

Colpo d'ariete nelle condotte adduttrici. Colpo d'ariete negli impianti di sollevamento. Casse d'aria.

#### *Filtrazione.*

Legge di Darcy-Ritter e generalizzazione. Moto permanente in falde artesiane e freatiche.

#### *Le misure di portata.*

## 1 345 P Meccanica applicata alle macchine

Anno:periodo 2:2

Scopo del corso è fornire le metodologie per l'analisi funzionale e dinamica dei sistemi meccanici, nonché illustrare le tecniche di analisi e di progetto di controlli in catena chiusa, limitatamente ai sistemi lineari con singolo ingresso e singola uscita.

### PROGRAMMA

1. Equilibri dinamici. Applicazione del teorema della quantità di moto, del momento della quantità di moto e dell'energia. Sollecitazioni dinamiche su elementi rotanti.
2. Studio dei fenomeni transitori nelle macchine. Accoppiamento di macchine motrici e operatrici. Funzionamento in regime periodico. Calcolo dei volani.
3. Vibrazioni di sistemi a parametri concentrati a uno e più gradi di libertà. Misura delle vibrazioni. Trasmissibilità. Velocità critiche.

4. Analisi di sistemi dinamici: modellizzazione, concetto di stato, equazioni di stato, funzione di trasferimento, studio mediante elaboratori numerici; stabilità, controllabilità, osservabilità.
5. Metodi per il progetto di sistemi di controllo; diagrammi di Bode, luogo delle radici.
6. Esempi di analisi e di progetto di sistemi di controllo.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni teoriche e simulazioni al calcolatore.

1 160 P

## Macchine elettriche

Anno:periodo 2:2

Questo corso, partendo da requisiti di conoscenze della fisica, dell'elettrotecnica e dell'analisi matematica vuole fornire allo studente le conoscenze di base dell'elettronica dei circuiti a semiconduttore.

### PROGRAMMA

Inizialmente verranno forniti semplici concetti di teoria dei semiconduttori, indispensabili per comprendere il funzionamento dei dispositivi affrontati in seguito.

Vengono quindi studiati i dispositivi elementari, quali il diodo, il transistor bipolare e il FET, con i relativi modelli. Dei transistori bipolari vengono in particolare analizzati semplici circuiti di amplificatore, con i relativi i circuiti di polarizzazione. Dei FET vengono visti sia i circuiti di potenza basati sui dispositivi JFET, sia i circuiti logici, basati sui MOSFET. Viene quindi sviluppato uno studio in frequenza di questi dispositivi.

Successivamente viene affrontata la teoria degli amplificatori operazionali, presentando i più classici circuiti applicativi, quali amplificatori invertenti e non, sommatori, integratori, differenziatori, oscillatori, filtri.

Conclude il corso una rassegna di porte logiche, bipolari e MOS, che introduce l'elettronica digitale di secondo livello.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni proposte agli studenti si sviluppano in due ambienti differenti.

Nel primo, tramite l'uso di un simulatore elettronico, PSPICE, si vuole mettere l'allievo in grado di simulare i circuiti visti a lezione utilizzando uno strumento CAD, disponibile su PC e ampiamente diffuso nella pratica quotidiana dell'elettronica.

Nel secondo ambiente lo studente avrà a disposizione un laboratorio con strumenti di base (alimentatore, oscilloscopio, piastre millefori) con cui provare sperimentalmente i circuiti studiati a lezione e simulati con gli strumenti CAD (PSPICE).

### BIBLIOGRAFIA

Viene proposto come libro di testo il volume

Bogart, *Electronics : devices and circuits*, Merrill, 1993,

che fornisce allo studente ampio materiale di compendio sugli argomenti trattati. Inoltre il libro presenta un cospicuo numero di esercizi risolti, una parte di circuiti modellati con PSPICE, e contiene argomenti che verranno sviluppati nel secondo corso di elettronica, risultando così un buon investimento.

1 015 P

## Azionamenti elettrici

Anno:periodo 2:2

### PROGRAMMA

*Note introduttive.*

Definizione di azionamento e degli elementi costituenti: attuatori elettromeccanici, strutture elettroniche di potenza e strutture di controllo. Tipologie di azionamenti *dc* e principali campi di applicazione.

*Strutture elettroniche di potenza.*

Componenti elettronici di potenza: diodi, SCR, GTO, BJT, MOSFET, IGBT. Riepilogo dei convertitori *ac/dc* e tipologie di controllo. Tipologie di convertitori *dc/dc*.

*Attuatori elettromeccanici.*

Riepilogo delle equazioni della macchina *dc* e tipologie di motori a campo avvolto e a magneti permanenti.

*Strutture di controllo.*

Generalità sul comando in tensione e sul comando in corrente. Tipologie di modulatori (analogici e digitali) e tecniche di modulazione in anello aperto e con riferimenti generati in anello chiuso. Controlli analogici e digitali.

*Azionamenti dc.*

Azionamenti con strutture di potenza a ponte e controllo della tensione di armatura e della tensione di campo. Anelli di corrente. Controllo a coppia costante e a potenza costante. Azionamenti con strutture di potenza a *chopper*.

### BIBLIOGRAFIA

T.A. Lipo, D.W. Novotny, *Electromechanical systems*, Note del corso ECE 411, Univ. of Wisconsin, Madison, 1986.

W. Leonhard, *Control of electrical drives*, Springer, Berlin [etc.], 1985.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

## 1 120 P      **Disegno assistito dal calcolatore**

Anno:periodo 3:1

### PROGRAMMA

Introduzione: dal disegno tradizionale al disegno assistito da calcolatore (CAD). Generalità sui sistemi CAD. *Hardware*: panoramica sui sistemi, tipi di configurazioni, periferiche, sistemi di *input* grafico. *Software*: pacchetti grafici interattivi, sistemi bidimensionali e tridimensionali.

Primitive grafiche elementari. Curve piane e nello spazio. Curve e superfici parametriche: curve e superfici di Bézier, *spline* e *B-spline*.

Sistemi di coordinate assolute e relative. Cenni sugli algoritmi di base per le trasformazioni: traslazione, rotazione e trasformazione di scala.

I metodi di proiezione: visualizzazione della trasformazione di vista.

Principi di modellazione solida: *wire-frame*, superfici, *solid modeling*. Il *rendering* e l'eliminazione delle linee nascoste.

Gli *standard* grafici: IGES, DXF, TIFF, GIF.

*Computer aided design* e *manufacturing* (CAD/CAM). I problemi di integrazione CAD-CAE-CAM.

Uso di programmi specifici per la rappresentazione bidimensionale e tridimensionale, con elementi di modellazione solida.

### ESERCITAZIONI

Disegno con elaboratore di particolari mediante impiego di programmi di base (AutoCAD). Applicazione della unificazione e della normativa alla progettazione industriale e agli elementi di macchine mediante tecniche di disegno computerizzato.

## 1 480 P      **Tecnologia meccanica 2**

Anno:periodo 3:1

Obiettivi: questo secondo corso ha lo scopo di approfondire alcune tematiche appena accennate nel corso precedente. In particolare si desidera fornire un quadro delle problematiche presenti in un sistema produttivo.

### PROGRAMMA

#### 1. *Caratterizzazione del sistema produttivo.*

Il sistema produttivo: tipologie, *lay-out*, finalità.

La tecnologia di gruppo e la lavorazione per famiglie.

Scelta ottimale dei parametri di lavorazione.

#### 2. *Le macchine utensili a CN.*

Tipologia ed elementi caratteristici: strutture, magazzini utensili, sistemi di cambio *pallet*.

Servomotori, trasduttori, unità di governo.

La programmazione: manuale, assistita (CAM).

#### 3. *Sistemi integrati di produzione.*

Celle di produzione e linee flessibili.

Sistemi di movimentazione: vie a rulli, AGV.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consisteranno essenzialmente nella stesura di alcuni cicli di lavorazione sia in modo manuale sia usando un apposito programma CAM e nella loro esecuzione su un centro di lavoro o di tipo didattico o reperito presso un'azienda locale. Si effettuerà anche un'esemplificazione di passaggio diretto dal CAD al CAM.

## 1 325 P **Macchine**

Anno:periodo 3:1

Il corso intende fornire le nozioni di base sugli aspetti costruttivi e sui principi di funzionamento delle macchine a fluido, in modo da consentire l'analisi delle prestazioni, non solo in condizioni di processo, ma anche a seguito di un intervento di regolazione, nonché la scelta della singola macchina, in relazione alla sua utilizzazione specifica e nel contesto applicativo dell'impianto di cui fa parte.

### PROGRAMMA

Classificazione delle macchine a fluido e loro applicazioni.

Fondamenti di termodinamica e fluidodinamica applicate alle macchine.

Turbomacchine: palettature; analisi unidimensionale del flusso; similitudine fluidodinamica; spinta assiale; mezzi di tenuta.

Turbine a vapore, a gas e idrauliche; turbocompressori di gas e turbopompe.

Macchine volumetriche: riempimento; distribuzione; cicli di lavoro.

Compressori alternativi e rotativi.

Motori alternativi a combustione interna.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula abitano l'allievo ad impostare numericamente i singoli problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione, consentendogli, oltre ad una visione quantitativa delle grandezze e dei fenomeni in esame, una verifica immediata del proprio grado di apprendimento.

### BIBLIOGRAFIA

A.E. Catania, *Complementi di macchine*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.

A.E. Catania, *Turbocompressori*, ACSV (Appunti dai Corsi Seminari di Vercelli), Ed. CGVCU (Comitato per la Gestione in Vercelli dei Corsi Universitari), 1990.

A.E. Catania, *Compressori volumetrici*, ACSV, Ed. CGVCU, 1991.

A.E. Catania, *Turbine idrauliche*, ACSV, Ed. CGVCU, 1992.

A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino, 1967.

## 1 145 P **Elementi costruttivi delle macchine**

Anno:periodo 3:1

### PROGRAMMA

*Collegamenti fissi*: collegamenti per saldatura, per brasatura ed incollaggi; chiodature e rivettature; collegamenti forzati.

*Collegamenti mobili*: filettature e collegamenti a vite; collegamenti di forma: chiavette, linguette, scanalati, spine.

*Elementi elastici*: molle.

*Organi rotanti*: assi e alberi; cuscinetti radenti ed a rotolamento; giunti, innesti e freni.

*Ruote dentate*: generalità: geometria e forze scambiate nelle ruote dentate cilindriche e coniche; principi generali calcoli di verifica di resistenza.

*Collegamenti con flessibili*: catene, cinghie piate, trapezoidali e dentate.

**1 260 P      Gestione aziendale**

Anno:periodo 3:2

Il corso si prefigge di fornire le nozioni di base relative alla gestione di un'azienda.

**PROGRAMMA**

L'impresa ed il mercato.  
Le funzioni aziendali.  
Le strutture organizzative.  
I costi aziendali.  
Il *budget* ed il controllo di gestione.  
Il bilancio.

**1 290 P      Impianti industriali**

Anno:periodo 3:2

Scopo del corso: far conoscere i principali problemi attinenti agli impianti industriali, con i quali gli ingegneri meccanici verranno a contatto durante la loro attività professionale, e fornire i criteri di progettazione e gestione degli impianti stessi.

**REQUISITI.** *Comportamento meccanico dei materiali, Fisica tecnica, Meccanica applicata alle macchine, Meccanica dei fluidi, Tecnologia meccanica 1.*

**PROGRAMMA**

Criteri di progettazione degli impianti industriali.  
La disposizione dei macchinari e dei reparti.  
Ingegneria economica. Valutazione della redditività degli investimenti impiantistici.  
I trasporti interni ed i magazzini industriali.  
Impianti generali di distribuzione dell'acqua, dell'aria compressa e degli altri servomezzi occorrenti negli stabilimenti industriali.  
Impianti di trattamento e ricircolo delle acque primarie e di scarico.  
Trattamento dei fanghi e dei rifiuti solidi.  
Impianti di aspirazione e filtrazione delle polluzioni atmosferiche.

**ESERCITAZIONI.** Progettazione di massima di un impianto industriale, applicando gli argomenti svolti a lezione. Visite a impianti industriali.

**BIBLIOGRAFIA**

A. Monte, *Elementi di impianti industriali*, Cortina, Torino,  
e, in generale, la bibliografia ivi riportata.

1 295 P

## Impianti termotecnici

Anno:periodo 3:2

Dopo una introduzione generale di collegamento alla formazione fisico-tecnica, il corso tratta delle principali applicazioni impiantistiche sia nel settore civile (climatizzazione) che nel settore industriale.

### PROGRAMMA

*Fondamenti di impiantistica termotecnica:* scambiatori di calore, reti percorse da fluidi, apparecchi a combustione.

*Impianti a combustione:* bruciatori, generatori di vapore.

*Impianti frigoriferi:* impianti a compressione di vapore, fluidi frigorigeni, cicli reali, componenti, esempi di impianti civili e industriali.

*Impianti di riscaldamento:* tipi e componenti principali. Cenni sul *comfort* termoigrometrico. Determinazione del carico termico di progetto. Criteri di dimensionamento.

*Impianti di condizionamento:* tipi e componenti principali. Criteri di dimensionamento. Impianti idrosanitari e smaltimento delle acque reflue.



## Indice alfabetico degli insegnamenti

<i>pag.</i>	<i>corso</i>	<i>[anno:periodo]</i>
53	1 015 P	Azionamenti elettrici [2:2]
47	1 015 H	Azionamenti elettrici 1 [3:2]
47	1 020 H	Azionamenti elettrici 2 [3:2]
10	3 045 C	Calcolo numerico + Statistica matematica [1:2]
36	1 045 H/P	Calcolo numerico + Statistica matematica [2:1]
8	3 065 C	Chimica [1:1]
30	1 065 H/P	Chimica [1:1]
8	3 070 C	Chimica organica [1:1]
38	1 085 H/P	Comportamento meccanico dei materiali [2:1]
45	1 100 H	Controlli automatici 1 [3:1]
45	1 105 H	Controlli automatici 2 [3:1]
22	3 110 C	Dinamica e controllo dei processi chimici [3:1]
54	1 120 P	Disegno assistito dal calcolatore [3:1]
31	1 125 H/P	Disegno tecnico industriale [1:1]
9	3 130 C	Economia e organizzazione aziendale [1:1]
49	1 130 H	Economia e organizzazione aziendale [3:2]
21	3 135 C	Economia politica [3:1]
55	1 145 P	Elementi costruttivi delle macchine [3:1]
16	3 150 C	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:2]
39	1 150 H/P	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:1]
42	1 160 H	Elettronica applicata 1 [2:2]
43	1 165 H	Elettronica applicata 2 [2:2]
44	1 180 H	Elettronica industriale di potenza 1 [3:1]
44	1 185 H	Elettronica industriale di potenza 2 [3:1]
18	3 195 C	Elettrotecnica e tecnologie elettriche [2:2]
36	1 190 H/P	Elettrotecnica [2:1]
42	1 205 H	Elettrotecnica 2 [2:2]
23	3 210 C	Finanza aziendale [3:2]
11	3 220 C	Fisica 1 [1:2]
33	1 220 H/P	Fisica 1 [1:2]
11	3 225 C	Fisica 2 [1:2]
34	1 225 H/P	Fisica 2 [1:2]
37	1 230 H/P	Fisica tecnica [2:1]

14	3 235 C	Fondamenti di chimica industriale [2:1]
12	3 240 C	Fondamenti di informatica [1:2]
32	1 240 H/P	Fondamenti di informatica [1:1]
56	1 260 P	Gestione aziendale [3:2]
17	3 270 C	Impianti chimici 1 [2:2]
20	3 275 C	Impianti chimici 2 [3:1]
48	1 280 H	Impianti elettrici 1 [3:2]
49	1 285 H	Impianti elettrici 2 [3:2]
56	1 290 P	Impianti industriali [3:2]
57	1 295 P	Impianti termotecnici [3:2]
20	3 300 C	Ingegneria chimica ambientale [3:1]
7	3 310 C	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
29	1 310 H/P	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
8	3 315 C	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
30	1 315 H/P	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
10	3 320 C	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
33	1 320 H/P	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
20	3 325 C	Macchine [3:1]
41	1 160 H	Macchine elettriche [2:2]
52	1 160 P	Macchine elettriche [2:2]
55	1 325 P	Macchine [3:1]
16	3 345 C	Meccanica applicata alle macchine [2:2]
51	1 345 P	Meccanica applicata alle macchine [2:2]
51	1 350 P	Meccanica dei fluidi [2:2]
46	1 370 H	Misure elettriche [3:1]
13	3 385 C	Principi di ingegneria chimica 1 [2:1]
17	3 390 C	Principi di ingegneria chimica 2 [2:2]
18	3 395 C	Processi industriali della chimica fine [2:2]
13	3 425 C	Scienza delle costruzioni [2:1]
40	1 440 H	Sistemi energetici [2:2]
50	1 440 P	Sistemi energetici [2:2]
14	3 465 C	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [2:1]
35	1 465 H/P	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [1:2]
34	1 475 H/P	Tecnologia meccanica [1:2]
54	1 480 P	Tecnologia meccanica 2 [3:1]
21	3 485 C	Tecnologie chimiche speciali [3:1]
15	3 495 C	Tecnologie industriali 1 [2:1]
15	3 500 C	Tecnologie industriali 2 [2:1]
24	3 505 C	Tecnologie industriali 3 [3:2]

## Indice alfabetico dei docenti

<i>pag.</i>	<i>Docente</i>		<i>corso</i>	<i>[anno:periodo]</i>
11	Allia, Paolo (Fisica)	3 220 C	Fisica 1	[1:2]
11	=	3 225 C	Fisica 2	[1:2]
30	Appendino, Margherita (Chimica)	1 065 H/P	Chimica	[1:1]
16	Belforte, Guido (Meccanica)	3 345 C	Meccanica applicata alle macchine	[2:2]
21	Bona, Mario (Polit. di Torino, docente a contratto)	3 485 C	Tecnologie chimiche speciali	[3:1]
9	Caridi, Antonino (Idraul., trasp., infrastr. civ.)	3 130 C	Economia e organizzazione aziendale	[1:1]
40	Catania, Andrea (Energetica)	1 440 H	Sistemi energetici	[2:2]
50	=	1 440 P	Sistemi energetici	[2:2]
33	Catellani, Nives (Matematica)	1 320 H/P	Istituzioni di matematiche 3	[1:2]
24	Ceriani, Leonardo (Polit. di Torino, docente a contratto)	3 505 C	Tecnologie industriali 3	[3:2]
29	Chiarli, Nadia (Matematica)	1 310 H/P	Istituzioni di matematiche 1	[1:1]
10	=	3 320 C	Istituzioni di matematiche 3	[1:2]
10	Colombo, Vittorio (Energetica)	3 045 C	Calcolo numerico + Statistica matematica	[1:2]
20	Conti, Romualdo (Chimica)	3 275 C	Impianti chimici 2	[3:1]
20	=	3 300 C	Ingegneria chimica ambientale	[3:1]
21	De Battistini, Roberto (Univ. degli studi di Torino)	3 135 C	Economia politica	[3:1]
34	De Filippi, Augusto (Sist. produzione)	1 475 H/P	Tecnologia meccanica	[1:2]
13	Debernardi, Pier Giorgio (Ing. strutturale)	3 425 C	Scienza delle costruzioni	[2:1]
32	Demartini, Claudio (Autom. inform.)	1 240 H/P	Fondamenti di informatica	[1:1]
18	Ferrero, Franco (Chimica)	3 395 C	Processi industriali della chimica fine	[2:2]
36	Ghione, Giovanni (Elettronica)	1 190 H/P	Elettrotecnica	[2:1]
12	Gilli, Luigi (Autom. inform.)	3 240 C	Fondamenti di informatica	[1:2]
14	Gozzelino, Giuseppe (Chimica)	3 235 C	Fondamenti di chimica industriale	[2:1]
14	=	3 465 C	Tecnologia dei materiali e chimica applicata	[2:1]
30	Greco, Silvio (Matematica)	1 315 H/P	Istituzioni di matematiche 2	[1:1]

33	Minetti, Bruno (Fisica)	1 220 H/P	Fisica 1 [1:2]
42	Pasero, Eros (Elettronica)	1 160 H	Elettronica applicata 1 [2:2]
43	=	1 165 H	Elettronica applicata 2 [2:2]
34	Pasquarelli, Aldo (Fisica)	1 225 H/P	Fisica 2 [1:2]
23	Puddu, Luigi (Univ. degli studi di Torino)	3 210 C	Finanza aziendale [3:2]
16	Ricci, Giuseppe (Meccanica)	3 150 C	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:2]
8	Rolando, Piero (Chimica)	3 065 C	Chimica [1:1]
8	=	3 070 C	Chimica organica [1:1]
22	Rovero, Giorgio (Chimica)	3 110 C	Dinamica e controllo dei processi chimici [3:1]
37	Sacchi, Alfredo (Energetica)	1 230 H/P	Fisica tecnica [2:1]
13	Sicardi, Silvio (Chimica)	3 385 C	Principi di ingegneria chimica 1 [2:1]
17	Sicardi, Silvio (Chimica)	3 390 C	Principi di ingegneria chimica 2 [2:2]
35	Spinelli, Paolo (Chimica)	1 465 H/P	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [1:2]
15	Testore, Franco (Chimica)	3 495 C	Tecnologie industriali 1 [2:1]
15	=	3 500 C	Tecnologie industriali 2 [2:1]
7	Viola, Giovanna (Matematica)	3 310 C	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
8	=	3 315 C	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
18	Zimaglia, Carlo (Ing. elettrica)	3 195 C	Elettrotecnica e tecnologie elettriche [2:2]
31	Zompi, Antonio (Sist. produzione)	1 125 H/P	Disegno tecnico industriale [1:1]