



**POLITECNICO  
DI TORINO**

# **INGEGNERIA ELETTRICA**

**VECCHIO E NUOVO ORDINAMENTO**

Guida  
ai programmi  
dei corsi  
2001/2002

# 11ACF ANALISI MATEMATICA I

Periodo:	1
Crediti:	5
Prerequisiti obbligatori:	nessuno
Docente:	da nominare

---

## Presentazione del corso

Il corso ha lo scopo di approfondire gli strumenti basilari del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiali didattici per il lavoro in aula sono disponibili in aula, la presenza in aula è prevista negli orari di frequenza. Il docente è disponibile per consulenza durante un orario che sarà fissato nella prima settimana del corso.

## Prerequisiti

Algebra elementare ed equazioni algebriche, geometria analitica, trigonometria, geometria cartesiana nel piano, rette, circonferenze, parabole.

## Programmi

Funzioni e funzioni reali di variabile reale. Limiti e continuità. Derivate. Teoremi sulle funzioni continue e sulle funzioni derivabili. Formule di Taylor, integrali e integrali multipli di funzione.

Integrazione indefinita e definita, tecniche fondamentali del calcolo.

## Lezioni e/o esercitazioni

### Funzioni reali di variabile reale

Definizione di funzione, dominio, codominio, immagine, grafico, funzioni elementari.

Proprietà algebriche e aritmetiche, monotonia, simmetrie, funzioni pari e dispari, funzioni iniettive, suriettive, biunivoche.

### Calcolo differenziale

Derivate di funzioni elementari, regole di derivazione, derivata di funzioni composte.

### Integrali

Integrazione indefinita



# 11ACF ANALISI MATEMATICA I

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	nessuna
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di introdurre gli strumenti basilari del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

## **Prerequisiti**

Algebra elementare ed equazioni algebriche, sistemi lineari, trigonometria, coordinate cartesiane del piano, rette, ellissi, parabole.

## **Programma**

Numeri e funzioni reali di variabile reale. Limiti e continuità. Derivate. Teoremi sulle funzioni continue e sulle funzioni derivabili. Formula di Taylor, infiniti e infinitesimi. Studi di funzione.

Integrale definito e indefinito, teorema fondamentale del calcolo.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula

## **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso

## **Controlli dell'apprendimento**

Prova di accertamento al termine del primo emisemestre

## **Esame**

Scritto e orale

## 02AHV CHIMICA I

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Edoardo GARRONE

---

### Programma

- LEGGI FONDAMENTALI E STRUTTURA DELL'ATOMO (10 ORE)  
Concetti fondamentali e leggi della chimica  
Modelli atomici e proprietà periodiche
- LEGAME CHIMICO (10 ORE)  
Legame ionico, covalente, dativo  
Ibridazione, risonanza  
Forze intermolecolari  
Legame metallico
- STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA (10 ORE)  
Gas ideali, equazione di stato, teoria cinetica. Gas reali  
Liquidi, tensione di vapore  
Solidi, raggi X, equazione di Bragg, strutture cristalline
- CARATTERISTICHE DELLE REAZIONI CHIMICHE (10 ORE)  
Velocità di reazione e fattori influenzanti  
Termochimica (calore di reazione, legge di Hess)
- EQUILIBRIO CHIMICO (10 ORE)  
Legge di azione di massa, principio di Le Chatelier  
Equilibri in soluzione acquosa, pH, prodotto di solubilità, idrolisi
- CENNI DI ELETTROCHIMICA (5 ORE)  
Celle elettrolitiche e voltaiche  
Potenziali di elettrodo e legge di Nernst
- COMPOSTI E REAZIONI DEI PRINCIPALI ELEMENTI CHIMICI (5 ORE)

### Laboratori e/o esercitazioni

Le esercitazioni di calcolo relative agli argomenti svolti nel corso saranno tenute in aula dal docente durante le ore di lezione. Lo studente eseguirà direttamente delle semplici esperienze di laboratorio, sotto la guida del docente.

### Bibliografia

L. Calligaro, A. Mantovani, Fondamenti di Chimica per l'Ingegneria, Ed. Cortina(PD).  
Appunti forniti dal Docente.

### Esame

Scritto e orale.



## 06AJR    **COMPORAMENTO MECCANICO DEI MATERIALI**

Periodo:	4 (o 3/4, a secondo del docente che sarà nominato)
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>da nominare</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni di base necessarie alla comprensione dei problemi di verifica degli organi delle macchine, definendo i parametri che descrivono gli sforzi applicati e la resistenza dei materiali. Vengono inoltre presentati i metodi di calcolo necessari per valutare gli stati di sollecitazione in elementi strutturali semplici, focalizzando l'attenzione sui casi di interesse meccanico (alberi, telai, ...).

### **Prerequisiti**

Contenuti dei corsi di Matematica e Fisica. In particolare è necessaria la conoscenza dello studio di funzione, delle operazioni matriciali, della ricerca di autovalori/autovettori, nonché dei concetti basilari di cinematica e statica.

### **Programma**

Richiami di statica: forze, momenti, equivalenza, vincoli, reazioni, grado di iperstaticità, equazioni di equilibrio. Stato di tensione: componenti normali e tangenziali, direzioni principali, cerchi di Mohr per le tensioni. Stato di deformazione: dilatazioni e scorrimenti, direzioni principali, cerchi di Mohr per le deformazioni. Relazione tra tensioni e deformazioni, elasticità. Energia elastica di deformazione.

Prova di trazione: caratteristiche determinabili, comportamento fragile e duttile. Tensioni ideali: ipotesi di cedimento per materiali duttili e fragili. Coefficiente di sicurezza.

Proprietà geometriche delle aree: baricentro, momenti statici, d'inerzia e centrifugo, assi principali d'inerzia.

Solido di Saint Venant: ipotesi, caratteristiche di sollecitazione nelle sezioni, limiti di validità. Comportamento estensionale: moto della sezione e distribuzione delle tensioni. Comportamento flessionale: moto della sezione e distribuzione delle tensioni. Comportamento torsionale: moto della sezione, distribuzione delle tensioni per sezioni circolari; soluzioni approssimate per sezioni a parete sottile. Taglio: andamento delle tensioni per sezioni a parete sottile, centro di taglio. Tensioni ideali e cerchi di Mohr per gli stati di tensione del solido di Saint Venant.

Determinazione delle caratteristiche di sollecitazione e costruzione dei loro diagrammi. Equazione della linea elastica: calcolo di spostamenti e rotazioni per elementi inflessi.

Strutture reticolari: determinazione mediante metodi grafici e analitici delle forze normali agenti nelle aste.

Instabilità elastica: asta di Eulero.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni di calcolo: risoluzione in aula, da parte degli allievi, di esercizi utili alla comprensione degli argomenti teorici e di problemi pratici di verifica o progetto di elementi resistenti.

In relazione alle risorse disponibili si potranno realizzare anche attività di laboratorio: in laboratorio sperimentale: estensimetria, linea elastica di elementi inflessi, flessione deviata, centro di taglio; in laboratorio informatico: analisi di strutture mediante l'uso di un programma di calcolo automatico.

## Bibliografia

Dispense fornite dai docenti, che all'inizio dell'insegnamento indicheranno i testi di consultazione più adatti.

## Esame

La valutazione prevede una parte scritta, nella quale si devono risolvere problemi aventi contenuti e difficoltà analoghi a quelli affrontati nelle esercitazioni (durante la prova, in sede di esame o di accertamento intermedio, è ammessa la consultazione di manuali, appunti, ecc.), seguita da un colloquio.



# 01AOD DIRITTO DELL'AMBIENTE

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Riccardo MONTANARO</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire una preparazione giuridica di base sulla normativa comunitaria e interna in materia di tutela dell'ambiente, di lotta agli inquinamenti e di rischi industriali. Una prima parte verrà dedicata ai profili istituzionali, alle fonti del diritto ambientale e all'assetto delle competenze; particolare attenzione verrà dedicata alla illustrazione, in termini generali, delle procedure pianificatorie e autorizzatorie. Seguirà una trattazione sistematica delle discipline di settore (inquinamento idrico, atmosferico, da rifiuti, elettromagnetico, luminoso). Un ambito specifico verrà dedicato alla disciplina dei rischi industriali.

## **Programma**

Nozioni generali: ambiente e inquinamento. I principi costituzionali in materia ambientale. L'Unione Europea e l'intervento in materia ambientale: dal ravvicinamento delle legislazioni alla fondazione del diritto ambientale in sede comunitaria. I principi fondamentali dello sviluppo sostenibile, della prevenzione, della protezione dei beni fondamentali, del "chi inquina paga". L'assetto delle competenze interne: il Governo e il Ministero dell'Ambiente; le Regioni; gli enti locali (Province, Comuni e Consorzi intercomunali); gli organismi tecnico-consultivi statali e locali.

I procedimenti amministrativi in materia ambientale: la pianificazione; le autorizzazioni (presupposti soggettivi e oggettivi; il procedimento; criteri e prescrizioni); le procedure di controllo.

Le discipline di settore: la Valutazione di Impatto Ambientale; il danno ambientale; l'inquinamento idrico e la gestione delle risorse idriche; l'inquinamento atmosferico; la gestione dei rifiuti; l'inquinamento acustico; l'inquinamento elettromagnetico; l'inquinamento luminoso; prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC).

La disciplina dei rischi industriali: le direttive comunitarie; la normativa interna (definizioni, ambito di applicazione, evoluzione, contenuto, criticità).

## **Bibliografia**

R. Ferrara - F. Fracchia - N. Olivetti Rason, *Diritto dell'ambiente*, Laterza, Bari, 1999

R Ferrara - R. Lombardi, *Codice dell'Ambiente*, Cedam, Padova, 2000

Altri testi e apporti dottrinari e giurisprudenziali verranno indicati dal docente su temi specifici

## **Esame**

L'esame consisterà in una verifica orale delle conoscenze acquisite, sulle tematiche di ordine generale e specifico. Nell'ambito del corso potrà essere assegnata agli studenti la redazione di relazioni scritte su tematiche specifiche, da discutere in sede di esame orale.

# 10APG DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE

Periodo:	1/2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Giovanni PODDA, Stefano TORNINCASA

---

## Presentazione del corso

Il linguaggio base di tutte le attività ingegneristiche è rappresentato, nella maggior parte dei casi, dal disegno che coinvolge l'ingegnere in due attività distinte: la modellazione e la comunicazione. Nell'attività di progettazione ed analisi di sistemi, processi ed impianti industriali, tipici dell'ingegneria industriale, l'ingegnere utilizza il disegno per la scelta della soluzione costruttiva, l'effettuazione dei calcoli di progetto, con le analisi tecnico-economiche comparate delle diverse soluzioni; in questo senso il disegno non si presenta solo come un'attività puramente grafica, ma come la sintesi dell'elevato patrimonio conoscitivo dell'ingegnere in un prodotto rispondente a delle specifiche funzionali, produttive ed economiche. Il modulo si propone pertanto di fornire agli allievi ingegneri le conoscenze e le metodologie necessarie alla modellazione ed alla rappresentazione grafica di elementi di macchine e loro insiemi, con particolare riferimento alla normativa nazionale ed internazionale.

Competenze attese: lo studente dovrà acquisire la capacità di rappresentare e quotare i più comuni organi di macchine, tenendo conto delle esigenze funzionali e produttive nonché di interpretare in modo univoco e corretto disegni di particolari e complessivi.

## Prerequisiti

Elementi essenziali di geometria euclidea piana e solida: proprietà delle rette dei triangoli, dei poligoni regolari, dei solidi, con e cilindri. Nozioni di disegno tecnico affrontate nella Scuola media superiore, simbologia grafica, scale di rappresentazione, strumenti per il disegno, rappresentazione dei poligoni e dei solidi. Elementi di Geometria descrittiva: proiezioni ortografiche, assonometria

## Programma

Introduzione al disegno tecnico

Il disegno come linguaggio grafico per la comunicazione di informazioni tecniche. Collocazione del disegno nel ciclo di vita del prodotto. Il prototipo digitale. Normazione ed unificazione nell'ambito del disegno tecnico: scale, formati dei fogli, linee e simbologia grafica.

Le proiezioni ortogonali

Le proiezioni di punti, segmenti e figure piane. Le proiezioni ortografiche di solidi e loro compenetrazione. Le sezioni e relative norme di rappresentazione. Le proiezioni assonometriche.

La quotatura e la rappresentazione degli errori

La quotatura funzionale e tecnologica. La disposizione delle quote e relative normative. I sistemi di quotatura. Le tolleranze dimensionali. Il sistema di tolleranze secondo la normativa ISO. I collegamenti foro-base ed albero-base. Catene di tolleranze. Finitura superficiale, rugosità e sua indicazione a disegno. Le tolleranze geometriche. Prescrizione, scelta dei riferimenti funzionali.



Organi e collegamenti meccanici

Organi filettati: definizioni. Sistemi di filettature e relative norme di rappresentazione e quotatura. Viti, bulloni, ghiera filettate e dispositivi antisvitamento. Collegamenti albero-mozzo. Chiavette, linguette e profili scanalati. Rappresentazione di collegamenti saldati. Cuscinetti, cinghie, pulegge e ruote dentate.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni consistono nella rappresentazione grafica (in modo tradizionale e mediante software di disegno assistito 2D e 3D parametrico) in assonometria ed in proiezione ortogonale quotata di parti o organi presentati singolarmente, o estratti da complessivi.

L'ultima tavola consiste in un elaborato (a scelta dell'allievo, da eseguire mediante software grafico 3D) da svolgere sui temi principali trattati nel corso e che verrà discusso durante la prova orale.

### **Bibliografia**

E. Chirone, S. Tornincasa, Disegno Tecnico Industriale, vol. I e II, ed. Il Capitello, 2000/1.

### **Controlli dell'apprendimento**

Le soluzioni delle tavole, i testi di verifica dell'apprendimento sono disponibili sul sito WEB del corso: <http://www.polito.it/servstud/matdid/disegno> E-mail: [tornin@polito.it](mailto:tornin@polito.it), [podda@polito.it](mailto:podda@polito.it)

### **Esame**

L'esame consiste in una prova grafica, una prova orale (facoltativa), ed una valutazione delle esercitazioni (tavole) svolte durante il corso. Alla prova orale potranno essere ammessi solo gli allievi che avranno conseguito un voto non inferiore a 15/30 nella prova scritta.

Non è possibile sostenere l'esame (nè ottenere la frequenza) senza aver consegnato almeno l'80% delle tavole.

## 04ATF ELETTRONICA

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Franco MUSSINO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Competenze: Transistore a giunzione ed effetto di campo; circuiti elementari a uno o più stadi in cascata (senza controeazione); circuiti elementari con amplificatori operazionali. Risposta in frequenza. Circuiti elementari con logica combinatoria e sequenziale (contatori e registri a scorrimento).

#### **Abilità**

Dopo la frequenza al modulo di Elettronica l'allievo sarà in grado di esaminare:

- circuiti elettronici con transistori bipolari e fet;
- circuiti lineari e non lineari con amplificatori operazionali;
- circuiti logici combinatori (porte logiche) e sequenziali (Flip-flop, contatori, registri a scorrimento) con varie tecnologie (TTL, MOS, C-MOS).

### **Prerequisiti**

Elettrotecnica I e II

### **Programma**

#### **Lezioni (30 ore)**

- Esame dei componenti passivi: resistenze, condensatori ed induttanze. I componenti attivi: esame dei fenomeni di conduzione e diffusione nei semiconduttori; la giunzione p-n: caratteristica del diodo; modelli del diodo; il diodo Zener; circuiti limitatori, sfioratori e raddrizzatori.
- Il transistore bipolare BJT (npn e pnp): principio di funzionamento; modello di Ebers-Moll; caratteristiche a base comune ed emettitore comune; valori limite per l'uso come amplificatore. Determinazione del punto di funzionamento del transistore BJT sulle caratteristiche e sua scelta in base al tipo di accoppiamento al carico. Circuito equivalente in continua. Circuiti di autopolarizzazione e con specchio di corrente (Widlar, Wilson, ecc.). Comportamento del transistore BJT in condizioni dinamiche; modello per piccoli segnali; parametri  $h$  e circuito equivalente a \* con deduzione del valore dei parametri dalle caratteristiche.
- Il transistore JFET: principio di funzionamento e caratteristiche. Il transistore MOS a canale indotto e preformato. Calcolo del punto di funzionamento sulle caratteristiche. Circuito equivalente per il piccolo segnale e determinazione del valore dei parametri.
- Stabilità termica dei circuiti con transistori BJT: fuga termica; criteri per la stabilizzazione ed il calcolo del dissipatore termico. Analogia elettrotermica.
- Calcolo delle amplificazioni e delle impedenze d'entrata e d'uscita di singoli stadi con transistori BJT e JFET, nelle varie possibili configurazioni. L'amplificatore differenziale con transistori BJT e JFET.
- L'amplificatore operazionale: comportamento ideale e reale.
- Studio della risposta in frequenza di amplificatori monostadio e multistadio; espressioni analitiche e tracciamento dei diagrammi di Bode (modulo e fase). Risposta all'onda quadra e legami con la risposta in frequenza.



- Sistemi digitali. Richiami dei fondamenti di algebra booleana e delle funzioni logiche. I livelli logici ed il margine di rumore. Funzionamento delle porte logiche fondamentali (NAND e NOR) con tecnologie varie (MOS, C-MOS, TTL, ECL). Circuiti bistabili (Flip-flop: SR e JK); esempi di impiego. Registri a scorrimento e contatori (sincroni e asincroni, binari e decadici).

### **Esercitazioni (30 ore)**

- Richiami di elettrotecnica e calcolo di impedenze e di funzioni di trasferimento di reti elettriche semplici. Richiami del metodo dei nodi ed applicazioni.
- Calcolo del punto di funzionamento di circuito con diodo e comportamento dinamico. Calcolo di verifica e di progetto di circuiti raddrizzatori. Stabilizzatore con diodo Zener.
- Calcolo del punto di funzionamento a riposo di circuiti con uno o piu' transistori BJT e JFET. Calcolo dei coefficienti di stabilita' per le variazioni termiche.
- Calcolo dell'amplificazione e delle impedenze relative a circuiti con uno o piu' transistori BJT e FET.
- Calcolo della risposta in frequenza di transistori BJT in configurazione CE e CC. Risposta di transistori JFET.
- Risposta all'onda quadra di circuiti RC. Risposta di amplificatore con transistore BJT con gruppo RC sull'emettitore. Frequenze di taglio di amplificatori con uno o piu' transistori in cascata
- Calcolo della risposta in frequenza e dell'errore di amplificazione di circuiti con amplificatori operazionali (OA). Off-set e reiezione di modo comune di amplificatori operazionali.
- Calcolo di resistenza di pull-up, di interfacciamento fra TTL e MOS, di interfacciamento con relais e LED. Esame di circuiti sequenziali e contatori.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Laboratorio (4 ore):

- Introduzione all'uso dei simulatori di circuiti elettronici (SPICE e PSPICE)
- Esercizi con circuiti vari per la verifica dei calcoli eseguiti a mano. Tracciamento della risposta in frequenza e del comportamento dinamico di transistori ed amplificatori operazionali.

### **Bibliografia**

TESTO DI RIFERIMENTO

Millman e Grabel - Microelectronics - Second edition - McGraw-Hill (esiste la traduzione in italiano)

TESTI AUSILIARI (per approfondimenti)

- Sedra-Smith - Circuiti per la microelettronica - Edizioni Ingegneria 2000
- E. Perano - Circuiti elettronici - Teoria ed esercizi - CLU
- A. Lacaita, M. Sampietro - Circuiti elettronici - Citta' Studi
- S. Franco - Amplificatori operazionali e Circuiti integrati analogici - Hoepli
- M. Biey - Spice e Pspice - Introduzione all'uso - CLUT.
- Savant, Roden, Carpenter - Electronic Design - Circuiti and systems - Second edition - The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- V. Pozzolo, Caratteristiche di componenti elettronici, Celid.

### **Esame**

Prova scritta (3 ore) ed orale.

# 01AUB ELETTRONICA INDUSTRIALE

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Franco VILLATA

---

## Presentazione del corso

### Competenze:

Il corso tratta i principali problemi posti dalla conversione statica alternata-continua, con particolare attenzione alle applicazioni destinate alla realizzazione di alimentatori, di azionamenti in continua, o del primo stadio di convertitori alternata-alternata.

Particolare rilievo è dato agli aspetti energetici ed ai problemi posti dalla gestione di potenze anche rilevanti.

### Abilità:

Comprensione del funzionamento delle principali strutture di conversione

Determinazione delle sollecitazioni

Dimensionamento di massima dei componenti e delle protezioni

### Prerequisiti

Elettrotecnica I, Elettrotecnica II, Elettronica, Macchine Elettriche I (da seguire contemporaneamente)

### Programma

#### 1 - Strutture di Conversione non controllata monofase

##### 1.1 - Generalità

- Diodo a semiconduttore
- Analisi del funzionamento di reti contenenti diodi

##### 1.2 - Strutture monofasi

- Convertitore semionda monofase
- Convertitore controfase
- Convertitore a ponte monofase
- Perdite nei diodi e confronto strutture

#### 2 - Componenti elettromagnetici e filtri di potenza

##### 2.1 - Filtri di potenza

- Filtro induttivo
- Filtro capacitivo
- Filtro L C
- Circuito equivalente macchina a corrente continua

##### 2.2 - Componenti reattivi

- Parametri essenziali di un condensatore elettrolitico per filtri
- Parametri essenziali di una induttanza per filtri

##### 2.3 - Trasformatore di alimentazione

- Richiami sul funzionamento del trasformatore
- Potenza di dimensionamento di un trasformatore

#### 3 - Diodi controllati

##### 3.1 - Diodi controllati

- Costituzione fisica
- Caratteristiche esterne
- Tipi costruttivi



- 4 - Strutture di conversione controllata monofase
  - 4.1 - Convertitore controfase
  - 4.2 - Ponte monofase semicontrollato
  - 4.3 - Ponte monofase controllato
  - 4.4 - Potenza attiva reattiva deformante
- 5 - Strutture di conversione controllata trifase
  - 5.1 - Semionda trifase
  - 5.2 - Doppio semionda trifase antiparallelo
  - 5.3 - Ponte trifase
- 6 - Commutazione e problemi di compatibilità
- 7 - Dimensionamento termico delle strutture
  - 7.1 - Modelli termici
  - 7.2 - Dimensionamento termico di massima
  - 7.3 - Dissipatori
- 8 - Componenti per le protezioni delle strutture di conversione
  - 8.1 - Protezioni da sovraccarichi
    - Interruttori extrarapidi e fusibili
  - 8.2 - Sovratensioni
    - Principali cause
    - Protezioni più usate

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- 1 - Introduzione all'uso di Pspice per Windows, per la simulazione del funzionamento di reti contenenti diodi
- 2 - Analisi con Pspice del funzionamento di convertitori monofasi non controllati con filtro di uscita
- 3 - Analisi con Pspice del funzionamento di un ponte monofase semicontrollato
- 4 - Analisi con Pspice del funzionamento di un convertitore semionda trifase
- 5 - Analisi con Pspice del funzionamento di un ponte trifase semicontrollato
- 6 - Analisi con Pspice del funzionamento di un ponte trifase ontrollato
- 7 - Analisi del funzionamento e visualizzazione (con oscilloscopio digitale) delle forme d'onda delle grandezze più significative di un convertitore trifase controllato (prima parte)
- 8 - Analisi del funzionamento e visualizzazione (con oscilloscopio digitale) delle forme d'onda delle grandezze più significative di un convertitore

### **Bibliografia**

- Sergio Crepez, Conversione statica dell'energia elettrica, clup (coop. Libreria univ. del politecnico, Milano)
- H. Buhler, Traité d'Electricité, vol. XV, électronique industrielle 1, électronique de puissance, Georgi, Lausanne.
- G. Montessori, Elettronica di potenza, Delfino.

### **Esame**

L'esame consiste in un colloquio orale teso ad accertare l'acquisizione da parte dell'allievo dei metodi di studio e delle problematiche dei sistemi descritti nelle lezioni. I temi sviluppati nei laboratori possono fornire spunto per la discussione.

## 06AUO ELETTEOTECNICA I

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	PierPaolo CIVALLERI

---

### **Presentazione del corso**

Il modulo ha lo scopo di sviluppare i concetti ed i metodi fondamentali per l'analisi delle reti di bipoli e di multipoli in regime stazionario ed in regime sinusoidale.

### **Programma**

Il programma fa riferimento ai capitoli ed ai paragrafi del manuale: Pier Paolo Civalleri, Elettrotecnica, Torino, Levrotto & Bella, 1999.

#### *Cap. I — Il circuito elettrico elementare*

Circuiti, componenti e reti elettriche — Generatori, utilizzatori, linee — Gli oggetti elettrici — Reti elettriche — I regimi elettrici — Lo spettro elettromagnetico.

#### *Cap. III — Tensione, corrente e potenza elettrica*

Gli strumenti di misurazione — La corrente elettrica — Legge delle correnti — La tensione elettrica — Legge delle tensioni — Impulso di corrente ed impulso di tensione — Convenzione di segno per i bipoli — Potenza elettrica — Lavoro elettrico.

#### *Cap. IV — Proprietà di connessione delle reti elettriche*

Leggi delle correnti e delle tensioni per le reti — Sistemi di tensioni e di correnti indipendenti — Il teorema delle potenze virtuali.

#### *Cap. V — Bipoli dinamici*

La caratteristica esterna — Esempi di caratteristiche esterne — Bipoli affini e bipoli lineari — Bipoli polinomiali e bipoli lineari a tratti — Grandezze espresse in misure relative — Bipoli duali.

#### *Cap. VI — Bipoli collegati in serie ed in parallelo*

Bipoli collegati in serie.

Tensione e corrente risultanti — Caratteristica risultante e ripartizione della tensione — Bipoli ideali in serie — Circuiti equivalenti in serie dei bipoli affini e lineari a tratti.

Bipoli collegati in parallelo.

Corrente e tensione risultanti — Caratteristica risultante e ripartizione della corrente — Bipoli ideali in parallelo — Circuiti equivalenti in parallelo dei bipoli affini e lineari a tratti.

Bipoli collegati in serie parallelo.

Tensione e corrente risultanti — Caratteristica risultante e ripartizione delle tensioni e delle correnti — Bipoli a scala costituiti da resistori ideali.

Applicazioni.

Regolazione della corrente in serie. Reostati — Regolazione della tensione in parallelo. Variatore di tensione resistivo — Divisore di tensione e divisore di corrente — Impianti di distribuzione in serie ed in parallelo.

#### *Cap. VII — Multipoli dinamici*

Multipoli e multiporte — Doppi bipoli lineari — Casi particolari di doppi bipoli lineari — Collegamento dei doppi bipoli lineari.

#### *Cap. VIII — Energetica degli N-bipoli dinamici*

Il bilancio energetico — (N)-bipoli perfetti — Bipoli di tipo serie — Bipoli di tipo parallelo — Perdite e rendimento — Generatori in parallelo.



### Cap. IX — Bipoli dinamici

Condensatori — Energia dielettrica — Induttori — Energia magnetica — Dualità fra condensatori e induttori — Condensatori in serie e induttori in parallelo — Condensatori in parallelo e induttori in serie — Energetica dei bipoli dinamici.

### Cap. X — Multipoli dinamici

Induttori mutuamente accoppiati — Energia magnetica — Altre rappresentazioni — Circuiti equivalenti — Collegamento in serie e in parallelo degli induttori accoppiati.

### Cap. XI — Reti adinamiche

Il principio di sovrapposizione — Il teorema del bipolo equivalente — Il teorema di spostamento del centro stella — Il teorema del tripolo equivalente — Il teorema di reciprocità.

### Cap. XIV — Reti in regime sinusoidale

Il metodo simbolico — Le equazioni degli elementi ideali — Il diagramma vettoriale — Potenza e lavoro in regime sinusoidale — Il metodo delle potenze — Circuiti RL — Circuiti RC — Circuiti RLC — Circuiti equivalenti di bipoli reali lineari — Circuiti equivalenti di bipoli reali affini — Circuiti equivalenti di doppi bipoli lineari — Applicazioni: rifasamento di carichi induttivi.

### Cap. XV — Reti polifasi

Il circuito elementare trifase simmetrico ed equilibrato — La trasformazione stella triangolo e triangolo stella per i tripoli bilanciati — La potenza nei sistemi trifasi simmetrici ed equilibrati — Metodi per la risoluzione delle reti trifasi simmetrici ed equilibrati — La linea trifase corta — Confronto fra i diversi sistemi di trasmissione — Applicazioni: rifasamento dei carichi induttivi trifasi — Sistemi dissimmetrici e squilibrati — Il metodo di spostamento del centro stella ed il suo duale.

## Bibliografia

Pier Paolo Civalleri, Elettrotecnica, Torino, Levrotto & Bella, 1999.

E. Bottani, R. Sartori, Elettrotecnica, 2 vol., Milano, Tamburini, 1947-1953.

C. A. Desoer, E. S. Kuh, Basic Circuit Theory, Singapore, McGraw-Hill, 1988.

K. Kupfmüller, Theoretische Elektrotechnik und Elektronik: Eine Einführung, Berlin, Springer, 1993.

G. Smeda, Elementi di Elettrotecnica Generale, Bologna, Pàtron, 1981.

## Esame

Scritto

## 10AUQ ELETTEOTECNICA II

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Michele TARTAGLIA

---

### **Presentazione del corso**

Il corso fornirà le basi dello studio di aspetti applicativi dei campi elettrici e magnetici stazionari e a regime sinusoidale quasi stazionario allo scopo di effettuare l'analisi del funzionamento e la modellistica dei dispositivi elettromagnetici (condensatori, resistori, impianti di terra, induttori, macchine elettriche).

### **Prerequisiti**

Matematica I, Matematica II, Matematica III, Matematica IV Matematica V, Fisica I, Fisica II, Elettrotecnica I

### **Programma**

#### *Campi elettrostatici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva. Campi prodotti da cariche puntiformi. Principio di metallizzazione delle superfici. Principio delle immagini. Spinterometro a sfere. Campi prodotti da distribuzioni lineari di cariche. Capacità di condensatori cilindrici con assi paralleli. Capacità di esercizio di linee trifasi in cavo ed aeree.

#### *Campi di corrente statici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva. Caso di dispersori sferici e lineari; resistenza di terra, tensioni di passo e di contatto.

#### *Campi magnetostatici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva; legge della circuitazione magnetica e dei flussi magnetici. Legge di Biot e Savart. Circuiti magnetici, casi lineari, magneti permanenti.

#### *Cenni di Elettromeccanica*

Principi generali ed applicazioni ai casi di campo elettrostatico, di corrente statico e magnetico. Pressione su superfici di separazione tra dielettrici di diversa permittività, tra materiali magnetici di diversa permeabilità e forze agenti sui conduttori o su strutture ferromagnetiche.

#### *Campi elettromagnetici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva in condizioni quasi stazionarie. La legge di Faraday. Introduzione alle correnti parassite nei conduttori percorsi da flusso di densità di corrente o da flusso magnetico.

#### *Esercitazioni (14 ore)*

Esempi di calcolo di capacità e di campi elettrici nelle configurazioni elementari. Esempi di calcolo di resistenze di terra e di tensioni di passo e contatto. Esempi di risoluzione di circuiti magnetici a regime stazionario e sinusoidale e calcolo di auto e mutue induttanze. Esempi di calcolo di forze nei campi elettrostatici e magnetici.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Laboratori (6 ore)

Descrizione di strumenti per la misura di campo elettrico e magnetico. Esercitazione di misura di campo elettrico e magnetico. Visita ad un laboratorio di misura di taratura strumenti e misura di campi.



## Bibliografia

### Lezioni

- [1] Luigi Piglione "Elettrotecnica Filtri-Linee-Campi", Levrotto & Bella, Torino.
- [2] Karl Kupfmüller "Fondamenti di Elettrotecnica", Utet, Torino.
- [3] Marcello D'Amore "Elementi di Elettrotecnica Campi e Circuiti" edizioni SIDEREA, Roma.
- [4] D.K. Cheng "Field and Wave Electromagnetics" Addison Wesley.

### Esercitazioni

- [4] D.K. Cheng "Field and Wave Electromagnetics" Addison Wesley.
- [5] Scipione Bobbio "Esercizi di Elettrotecnica" edizioni CUEN, Napoli.
- [6] Canova e M. Tartaglia "Esercizi di Elettrotecnica II", Levrotto & Bella, Torino.

## Esame

L'esame consisterà di una prova scritta ed una orale.

La prova scritta dovrà essere superata con una votazione non inferiore al voto massimo diviso per due per essere ammessi all'orale.

# 01EQM ELETTRTECNICA III

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>PierPaolo CIVALLERI</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di sviluppare i concetti ed i metodi fondamentali per l'analisi delle reti di bipoli e di multipoli in regime comunque variabile, con particolare riguardo al regime transitorio e a quello periodico non sinusoidale.

## **Programma**

Il programma fa riferimento ai capitoli ed ai paragrafi del testo citato: Pier Paolo Civalleri, Elettrotecnica, Torino, Levrotto & Bella, 1999.

### *Cap. XII — Reti dinamiche del 1° ordine*

Circuiti lineari RC ed RL — Circuito RC serie — Circuito RL parallelo — Circuito RL serie — Circuito RL parallelo — Reti lineari RC ed RL — Risposta al gradino e risposta all'impulso — Evoluzione forzata — Reti del 1° ordine non lineari.

### *Cap. XIII — Reti dinamiche del 2° ordine*

Circuiti lineari RLC — Risposta al gradino e risposta all'impulso — Risposta all'ingresso sinusoidale — Il circuito LC — Reti lineari del 2° ordine — Il piano delle fasi — Reti del secondo ordine non lineari.

### *Cap. XVI — Reti in regime periodico non sinusoidale*

La serie di Fourier — Potenza in regime periodico non sinusoidale — Correlazione e convoluzione — Reti lineari in regime periodico non sinusoidale — Reti non lineari in regime periodico. Analisi con il bilanciamento armonico. — Regime periodico non sinusoidale nelle reti trifasi — Segnali di durata finita — Conversione della corrente alternata in corrente continua e viceversa.

### *Cap. XVII — Le equazioni di stato delle reti elettriche*

Estrazione degli induttori e dei condensatori — Equazioni di stato per le reti lineari invariabili nel tempo — Rappresentazione spettrale — Stabilità delle evoluzioni e degli equilibri — Passività.

### *Cap. XVIII — Analisi in frequenza delle reti lineari*

L'integrale di Fourier — Funzione di trasferimento — L'integrale di Laplace — Rappresentazione degli elementi dinamici — Analisi delle reti mediante la trasformata di Laplace — Risposta completa ad eccitazioni periodiche — I diagrammi di Bode — Reciprocità.

## **Bibliografia**

- E. Bottani, R. Sartori, Elettrotecnica, 2 vol., Milano, Tamburini, 1947-1953.  
C.A. Desoer, E.S. Kuh, Basic Circuit Theory, Singapore, McGraw-Hill, 1988.  
K. Kupfmüller, Theoretische Elektrotechnik und Elektronik: Eine Einführung, Berlin, Springer, 1993.  
G. Someda, Elementi di Elettrotecnica Generale, Bologna, Pàtron, 1981.

## **Esame**

Scritto



# 01E01 ETICA PROFESSIONALE

Periodo:	3
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

## Presentazione del corso

Il corso si propone di illustrare ruoli, obblighi e responsabilità dell'ingegnere nell'esercizio della sua professione

## Programma

Evoluzione storica della figura dell'ingegnere. Ruoli e responsabilità sociali e personali. Obblighi etici. Gli ordini professionali. Riferimenti legislativi e normativi.

## Bibliografia

Appunti del docente

## Esame

Colloquio orale

## 07AXO FISICA I

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### Programma

- 1) Grandezze, unità di misura ed equazioni dimensionali [Cap. 1] ( 2 h)
- 2) Misure ripetute, errori statistici, sistematici e strumentali. Valore medio. Enunciato del teorema del limite centrale. Errore relativo e percentuale. Grandezze funzioni di altre grandezze misurate. Propagazione dell'errore (4 h) Esercizi: (2 h)
- 3) Cinematica: vettore posizione, vettore velocità e vettore accelerazione. Traiettoria, velocità tangente alla traiettoria, e modulo della velocità. Moto dei gravi sulla superficie terrestre. (4h) [Cap. 2.6, 2.7,2.8, 2.9] Esercizi (2h)
- 4) Moti in coordinate intrinseche e cilindriche. Moti rotatori (2h) [Cap. 2.12,2.13,2.14] Esercizi (2h)
- 5) Sistemi di riferimento in moto traslatorio ed esercizi (2h) [Cap. 3.1,3.2,3.3]
- 6) Dinamica del punto: definizione di massa, densità di massa e di forza. I 3 principi della dinamica del punto. (4h) [Cap.4.1,4.2,4.3,4.4,4.5,4.6]
- 7) Forza gravitazionale e forza coulombiana; accelerazione sulla superficie terrestre ed esercizi (2h) [Cap. 4.7]
- 8) Forza elastica: moti armonici. ed esercizi (4h) [Cap.4.12]
- 9) Forze di attrito dinamico, statico, viscoso; reazione vincolare ed esercizi(6h) [Cap. 5]
- 10) Tensione della fune: carrucole fisse e mobili ed esercizi (4h) [Cap. 4.12]
- 11) Quantità di moto, impulso e teorema dell'impulso ed esercizi(2h) [Cap 8.1, 8.2]
- 12) Lavoro, potenza, energia cinetica e teorema delle forze vive. ed esercizi (4h) [Cap. 8.3,8.4]
- 13) Energia potenziale della forza peso, della forza coulombiana, della forza costante, della forza elastica. Campi conservativi e conservazione dell'energia meccanica. ed esercizi (4h) [Cap. 8.5,8.6, 8.7].
- 14) Momento angolare e momento della forza. Teorema della variazione del momento angolare. Forze centrali. Energia potenziale di un campo centrale (4h). [Cap. 9.1,9.2, 9.3, 9.4] Esercizi. (4h)
- 15) Dinamica dei sistemi: quantità di moto, energia cinetica, energia potenziale, momento angolare di un sistema di punti. Densità di massa. Centro di massa, quantità di moto del centro di massa. Forze interne e forze esterne. I equazione cardinale della dinamica dei sistemi. (4h) [Cap.10.1, 10.2, 10.3,10.4]
- 16) Momento delle forze agenti su un sistema. Lavoro delle forze agenti su di un sistema. Il seconda equazione della dinamica dei sistemi. Teorema del lavoro per i sistemi. (2h) [Cap.10.5, 10.6]
- 17) Corpo rigido rotante attorno ad un asse fisso. . Velocità angolare Momento di inerzia e teorema di Huyghens Steiner. Momento assiale. Energia cinetica di un solido rotante attorno ad un asse fisso. Teorema di Koenig per le rotazioni attorno ad assi non fissi ma mobili con direzione fissa. (4h). [Cap. 12.1,12.2,12.3,12.4,12.5]. Esercizi (4h)

### Bibliografia

Libro di testo consigliato: S. Rosati, Fisica Generale, Vol. 1 (suscttibile di variazione)



## 06AXP FISICA II

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### Programma

#### TERMODINAMICA

- 1) Termometria, dilatazione dei corpi, temperatura assoluta. [Cap. 20.1,20.2,20.3,20.4,20.5] Esercizi ( 2 h)
- 2) Calorimetria: equilibrio termico, passaggi di stato. Propagazione del calore: conducibilita' interna ed esterna, irraggiamento. [Cap. 21] Esercizi: (4 h)
- 3) Trasformazioni termodinamiche reversibili ed irreversibili, piano di Clapeyron, trasformazioni adiabatiche, isocore, isobare ed isoterme. Lavoro della pressione su di un sistema termodinamico. (4h) [Cap. 22.] Esercizi (2h)
- 4) Equazione di stato dei gas perfetti e trasformazioni: lavoro nella trasformazione[Cap. 23] (2h). Esercizi (2h)
- 5) I principio della termodinamica: energia interna come funzione di stato [Cap. 26] (2h)
- 6) Applicazioni del I principio ai gas perfetti: calori specifici, relazione di Mayer, equazioni delle trasformazioni, ciclo di Carnot, rendimento. (4h) .[Cap.27] Esercizi (2h)
- 7) Il II principio della termodinamica: equivalenza degli enunciati di Clausius e Kelvin, teorema di Carnot dei rendimenti. (2h)[ Cap. 28.1, 28.2, 28.3]

#### ELETTROSTATICA

- 8) Campo elettrico di una distribuzione di cariche: additivita' e principio di sovrapposizione. Potenziale elettrostatico. [Cap. 1.1,1.2,1.3,1.4] (4h)
- 9) Applicazioni di base: anelli, dischi, sfere uniformemente carichi. (4h) [Cap. 1.5]
- 10) Teorema di Gauss.(2h) [Cap. 6.1
- 11) Applicazioni alle distribuzioni piu' elementari, quali piano, sfera, cilindro cavo e pieno, uniformemente carichi (4h) [Cap. 6.2].
- 12) Applicazioni del teorema di Gauss ai conduttori: gabbia di Faraday. Capacita' di un conduttore. Condensatori: definizione e proprieta', energia di un condensatore carico, forze tra le armature di un condensatore piano carico.(4h) [Cap. 6.3,6.4,6.7,6.8, 6.10,6.11] Esercizi (2h)

#### ELETTROMAGNETISMO

- 13) La corrente nei conduttori: legge di Ohm e densita' di corrente. Effetto Joule Conservazione della carica nel regime stazionario [Cap. 3.1,3.2,3.3.4] (2h)
- 14) Cenni sul magnetismo naturale e dipoli magnetici.: campo magnetico di una calamita. Forza esercitata da un campo magnetico su di un filo percorso da corrente, Il legge di Laplace. (2h) [Cap. 7.1,7.2] Esercizi. (2h)
- 15) Campo di induzione magnetica generato da un filo percorso da corrente: I legge di Laplace. Applicazioni: fili rettilinei infiniti e finiti, spire quadrate e circolari, solenoide (6h).[Cap. 7.3,7.4,7.5, 7.6]
- 16) Forza di Lorentz: applicazioni negli acceleratori di particelle, tubi catodici. [Cap. 7.7] Esercizi (4h)
- 17) Teorema di Ampere [Cap.7.8] Esercizi (2h)

- 18) Induzione elettromagnetica: flusso magnetico concatenato ad un circuito, legge di Faraday. (2h) [Cap.8.1]  
19) Applicazioni della legge di Faraday: tachimetri, fornaci ad induzione, alternatori (4h) [Cap. 8.2,8.4,8.6]  
20) Concetto di autoinduzione e di mutua induzione (2h) [Cap. 8.7,8.9]

## Bibliografia

- S. Rosati, Fisica Generale, Vol. 1 (susceptibile di variazione)  
L. Lovitch-S. Rosati, Fisica Generale, Vol. 2 (susceptibile di variazione)



## 03AXY FISICA TECNICA

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di sviluppare la capacità di applicazione dei fondamenti della Fisica alle macchine a fluido e agli impianti termotecnici, ottenuta mediante applicazioni del 1° e 2° principio a sistemi aperti unidimensionali per conversione di energia, e mediante valutazione dello scambio termico secondo i tre meccanismi fondamentali e i loro effetti combinati, in sistemi unidimensionali monofase.

### **Prerequisiti**

Analisi Matematica A, Fisica A2

### **Programma**

- Termodinamica:

definizione delle principali grandezze termodinamiche, diagramma di Clapeyron. Sistemi, stati, trasformazioni. Principio di conservazione dell'energia, per sistemi chiusi e aperti, entalpia. Equazione di Bernoulli generalizzata. Applicazioni del secondo principio della termodinamica, entropia, diagramma di Gibbs, irreversibilità, energia utilizzabile del calore. Gas ideali, cicli diretti a gas (Otto, Joule, Diesel). Vapori e loro proprietà, diagrammi di Mollier ( $h,s$  e  $p,h$ ). Cicli diretti a vapore (Rankine, rigenerativi), cicli combinati. Effetto Joule-Thomson, gas reali. Cicli inversi, efficienze. Ciclo frigorifero a vapore.

- Termocinetica:

descrizione fenomenologica dei meccanismi di trasporto del calore, resistenza termica. Conduzione termica, legge di Fourier, conduttività, equazione generale e applicazioni. Convezione, naturale e forzata, sue relazioni con il moto dei fluidi. Legge di Newton e ordini di grandezza del coefficiente di scambio. Calcolo del coefficiente mediante analisi dimensionale. Irraggiamento, leggi fondamentali, definizione e proprietà del corpo nero, emissività delle superfici, scambio termico tra corpi neri. Scambio termico limite e globale. Scambiatori di calore a tubi e mantello, metodi di calcolo.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- Esercitazioni:

applicazioni del principio di conservazione dell'energia a sistemi chiusi e aperti, applicazioni del 2° principio, ciclo diretto a gas, ideale e reale. Riepilogo per accertamento. Conduzione unidimensionale a regime permanente, convezione all'interno di tubi, irraggiamento, coefficiente di scambio globale tra due ambienti isotermi separati da parete piana multistrato. Scambiatore di calore a tubi e mantello.

- Laboratori:

bilanci di energia su un ciclo inverso a compressione di vapore. Diagrammi caratteristici di uno scambiatore di calore acqua-acqua.

## Bibliografia

- Cali M., Gregorio P., TERMODINAMICA, Ed. Esculapio, Bologna, 1996-97
- Cavallini A., Mattarolo L., TERMODINAMICA APPLICATA, Cleup Ed., Padova 1990.
- Cengel Y., TERMODINAMICA E TRASMISSIONE DEL CALORE, Mc Graw - Hill Libri Italia, Milano 1998
- Guglielmini G., Pisoni C., ELEMENTI DI TRASMISSIONE DEL CALORE, Masson Milano, 1996

## Esame

Orale, con possibilità di accertamento intermedio.



## 03BCJ GEOMETRIA I

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Istituzioni di Analisi e Geometria
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Scopo del corso è la presentazione dei principi fondamentali dell'algebra lineare e delle sue applicazioni allo studio della geometria.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

### **Prerequisiti**

Contenuti del corso di Istituzioni di Analisi e Geometria

### **Programma**

Applicazioni lineari, autovalori e autovettori, cambi di base e diagonalizzazioni.

Cambiamenti di riferimento e coniche

Geometria analitica nello spazio: piani e rette, angoli e distanze, sfere e circonferenze, curve e superficie nello spazio (coni, cilindri, superficie di rotazione), cenni sulle quadriche.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula.

### **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

### **Esame**

Scritto e orale.

## 03ECM INFORMATICA I

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire gli elementi di base dell'informatica nell'ottica di chiarire i principi teorici e le possibilità applicative degli elaboratori elettronici. Si propone inoltre di far acquisire agli allievi una discreta "manualità" nell'uso degli elaboratori.

### **Programma**

#### *Modulo 1 (3 crediti)*

- Introduzione all'informatica e cenni storici.
- Rappresentazione dei numeri e aritmetica degli elaboratori.
- Algebra Booleana e circuiti logici.
- Architettura di un sistema di elaborazione.
- Il software ed i sistemi operativi.
- Le reti di calcolatori.

#### *Modulo 2 (2 crediti)*

- Introduzione alla programmazione degli elaboratori.
- Algoritmi e programmi.
- Principi di programmazione strutturata.
- Diagrammi di flusso.
- Il linguaggio di programmazione "C":
  - Tipi, variabili, costanti, l'istruzione di assegnazione.
  - I/O formattato.
  - I costrutti di condizione.
  - I costrutti di ciclo.
  - Variabili multidimensionali. Strutture. Stringhe di caratteri.
  - Funzioni e sottoprogrammi. Variabili globali. Passaggio dei parametri
  - I file sequenziali e loro gestione.



# 01EMC ISTITUZIONI DI ANALISI E GEOMETRIA

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Analisi Matematica I
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso fornisce le prime applicazioni del calcolo differenziale e integrale: in particolare, vengono trattate le equazioni differenziali di primo e secondo ordine. Il corso fornisce inoltre i primi elementi di geometria, in particolare quelli che saranno utilizzati nei successivi corsi di Fisica.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

## **Prerequisiti**

Contenuti del corso di Analisi Matematica I

## **Programma**

Coordinate polari.

Numeri complessi, equazioni differenziali del primo ordine e del secondo ordine lineari.

Vettori del piano e dello spazio.

Spazi vettoriali di dimensione finita.

Matrici e determinanti.

Sistemi lineari.

Geometria analitica del piano: rappresentazione della retta, angoli e distanze, circonferenza.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula

## **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso

## **Esame**

Scritto e orale

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Mario LAZZARI</b>

---

### **Presentazione del corso**

In questo modulo viene affrontato lo studio di due delle quattro principali tipologie di macchine elettriche basate sulla conversione dell'energia elettrica per via elettromagnetica: il trasformatore e la macchina in corrente continua.

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi:

- gli elementi necessari alla comprensione dei fenomeni fisici che stanno alla base del funzionamento delle macchine elettriche,
- gli strumenti utili allo studio del loro funzionamento a regime.

### **Prerequisiti**

Pre-requisiti: Elettrotecnica I ed Elettrotecnica II

### **Programma**

#### **MATERIALI E CIRCUITI MAGNETICI**

Richiami sui materiali magnetici. Richiami sui circuiti magnetici.

Tipi e applicazioni dei materiali magnetici.

#### **IL TRASFORMATORE**

Notizie generali. Il principio di funzionamento del trasformatore. Il trasformatore monofase: Circuito equivalente. Analisi del funzionamento a vuoto, a carico e in corto circuito. Il trasformatore trifase: Connessioni. Circuito equivalente monofase in regime equilibrato. Funzionamento in condizioni di carico squilibrato. Grandezze nominali del trasformatore. Funzionamento in parallelo dei trasformatori. Sforzi elettrodinamici e sovratensioni. Cenni ai diversi tipi di trasformatore. Prove tipiche sui trasformatori.

#### **LA MACCHINA IN CORRENTE CONTINUA.**

Notizie generali. Il principio di funzionamento della macchina in corrente continua. Generatore e motore. Tipi di eccitazione. Caratteristiche elettromeccaniche. Reazione d'indotto e suoi effetti. Commutazione e circuiti ausiliari. Applicazioni industriali. Prove tipiche sulla macchina in corrente continua.

### **Esercitazioni e/o laboratori**

Esercitazioni di calcolo relative al funzionamento delle due macchine e misure di laboratorio previste dalla normativa per la determinazione dei parametri.

### **Bibliografia**

Dispense fornite dal docente

Macchine elettriche / Sergio Crepez. - 3 ed.. - Milano: CittàStudiEdizioni, copyr. 1996



Macchine elettriche: processi, apparati e sistemi per la conversione di energia / A.E. Fitzgerald, C. Kingsley jr., A. Kusko. - 4. ed.. - Milano: Angeli, 1992

Principi e applicazioni di elettrotecnica / Luigi Oliveri, Edoardo Ravelli. - Padova: CEDAM, 1989 - 2 v.

## Esame

L'esame consiste esclusivamente in una prova orale in cui il candidato deve dimostrare il grado di conoscenza teorico-pratica raggiunto sugli argomenti trattati.

## 02E00    **MACCHINE ELETTRICHE II**

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Paolo FERRARIS</b>

---

### **Presentazione del corso**

In questo modulo viene affrontato lo studio delle due macchine rotanti in c.a.

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi:

- gli elementi necessari alla comprensione dei fenomeni fisici che stanno alla base del funzionamento delle macchine elettriche,
- gli strumenti utili allo studio del loro funzionamento a regime.

### **Prerequisiti**

Elettrotecnica I, Elettrotecnica II e Macchine Elettriche I

### **Programma**

#### *LE MACCHINE ROTANTI IN C.A.*

Notizie generali

Avvolgimenti in c.a..

Distribuzioni di f.m.m, di campo e di corrente.

Campo rotante e vettori spaziali associati.

#### *LA MACCHINA ASINCRONA.*

Notizie generali.

Il principio di funzionamento della macchina asincrona.

    Funzionamento come motore e come generatore.

    Circuito equivalente.

    Caratteristiche elettromeccaniche.

    Problematiche di scelta e di impiego.

Grandezze nominali della macchina asincrona.

Tipi di motori asincroni.

Prove tipiche sul motore asincrono.

#### *LA MACCHINA SINCRONA.*

Notizie generali.

Il principio di funzionamento della macchina sincrona.

    La reazione d'indotto.

    Circuito equivalente.

    Macchina isotropa e anisotropa.

    Funzionamento come motore e come generatore.

    Caratteristiche elettromeccaniche.

Tipi di macchine sincrone e loro impiego.

Prove tipiche sulla macchina sincrona.

### **Esercitazioni e/o laboratori**

Esercitazioni di calcolo e di laboratorio.



## 06BOS MECCANICA APPLICATA

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso fornisce i principali elementi teorici e applicativi della meccanica. La parte introduttiva riguarda l'analisi cinematica e dinamica applicata a tipici dispositivi meccanici, e tratta di cinematica del corpo rigido, di accoppiamenti, di statica, di dinamica, con particolare riferimento alle equazioni di equilibrio dinamico del corpo. Nella seconda parte vengono analizzati tipici componenti meccanici, quali i dispositivi ad attrito e gli organi di trasmissione.

### **Prerequisiti**

Contenuti dei corsi di Analisi e di Fisica 1.

### **Programma**

Introduzione sugli organi costitutivi delle macchine; esempi di sistemi meccanici con elementi di trasmissione rigidi e flessibili. Cinematica del corpo rigido.

Accoppiamenti tra corpi rigidi: rotoidale, prismatico, incastro. Soluzioni applicative: cuscinetti, boccole, vite-madrevite, guide lineari. Applicazioni a sistemi di movimentazione e trasformazione del moto.

Cinematica dei moti relativi. Meccanismi articolati. Camme. Dinamica: forze e momenti, equazioni cardinali, diagramma del corpo libero; teorema dell'energia; quantità di moto e momento della quantità di moto; sistemi giroscopici; urti; sistemi vibranti (oscillazioni libere e forzate, trasmissibilità, sospensioni).

Componenti meccanici ad attrito. Freni: tipologie costruttive, tipi di accostamento, freni a pattino piano, a ceppi, a disco, a nastro. Innessi a frizione: piani, multidisco, conici. La trasmissione del moto: giunti, cinghie, catene, funi, paranchi di sollevamento; ruote dentate; rotismi ad assi fissi, rotismi epicicloidali semplici e composti; differenziale; vite e madrevite; vite senza fine e ruote elicoidali; vite a circolazione di sfere.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Nel corso delle esercitazioni vengono svolti esempi illustrativi degli argomenti delle lezioni, con particolare riferimento ad applicazioni pratiche. Sono previste attività di laboratorio con sperimentazione su tipici componenti quali riduttori e freni.

### **Bibliografia**

Ferraresi, Raparelli, "Meccanica applicata" Ed CLUT, Torino.

Jacazio, Piombo, "Meccanica applicata alle macchine" vol. I e vol. II, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Jacazio, Piombo, "Esercizi di meccanica applicata alle macchine" Ed. Levrotto & Bella, Torino.

### **Esame**

Compatibilmente con il numero di allievi e con la collocazione nel periodo didattico, sono previsti accertamenti in itinere in forma scritta, oppure un esame finale in forma orale o scritta.

## 01EOJ METODI DI APPRENDIMENTO

Periodo: 3

Crediti: 2

Precedenze obbligatorie:

Docente: da nominare

---

### Presentazione del corso

Il corso si propone di potenziare le capacità di apprendimento e di studio degli allievi, promuovendo competenze nell'ambito della lettura, della formalizzazione del pensiero e delle capacità comunicative.

### Programma

Il programma comprende: aspetti di consolidamento motivazionale e di utilizzazione delle risorse a disposizione (tempo, strumenti didattici, risorse umane, supporti metodologici) ricupero di abilità di base nell'acquisizione e memorizzazione delle informazioni (lettura efficace, tecniche di appuntazione, classificazione, archiviazione) tecniche di strutturazione e schematizzazione del pensiero (costruzione di schemi e modelli, progettazione di ricerche, redazione di elaborati); potenziamento delle competenze comunicative, verbali e non verbali, orali e scritte (public speaking, redazione di rapporti tecnici, elaborazione di tesi, ecc.); familiarizzazione con il lavoro di gruppo (conoscenza delle dinamiche psicologiche in gioco, superamento di un approccio individualistico allo studio e al lavoro, partecipazione efficace alle riunioni, ecc.).

### Bibliografia

I materiali didattici vengono in parte forniti dal docente, in parte elaborati dagli studenti nelle attività individuali e di gruppo previste dal corso e nelle esercitazioni di gruppo del programma di tutoring. Si consiglia complementariamente la lettura dei testi L. Mariani, 'Strategie per imparare', ed. Zanichelli, 1996.

### Esame

Colloqui in itinere e finale



# 01BQX METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	M.T. Galizia

## Programma

Funzioni di più variabili: dominio, limiti, derivate, formula di Taylor, massimi e minimi relativi. Integrali in più variabili: integrali doppi e tripli, cambiamento di coordinate, trasformazioni di integrali multipli. Funzioni di variabile complessa: derivazione e integrazione in campo complesso, serie di Taylor e di Laurent. Trasformate di Fourier. Trasformate di Laplace e applicazioni.

## Laboratori e/o esercitazioni

Esercitazioni svolte in aula.

## Bibliografia

Materiale didattico preparato dal docente.

## Esame

Scritto e orale.

# 01EQN MISURAZIONE E STRUMENTAZIONE

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Alessio CARULLO

---

## **Presentazione del corso**

L'obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze di base per la corretta progettazione di una misurazione e per la presentazione dei risultati di misura. A tale scopo, durante le lezioni in aula saranno descritti il processo di misurazione ed i metodi e gli strumenti (analogici e numerici) per la misurazione delle grandezze elettriche di base in corrente continua e alternata.

Le esercitazioni sperimentali svolte in laboratorio permetteranno agli allievi di familiarizzare con alcuni dei metodi e degli strumenti descritti durante le lezioni in aula. Il docente riceve su appuntamento (Dip. di Elettronica, telefono 011-5644114)

## **Prerequisiti**

E' opportuno che lo studente conosca le leggi fondamentali dell'elettrotecnica ed i componenti di base dei circuiti elettronici analogici e numerici; inoltre deve possedere le nozioni del calcolo statistico.

## **Programma**

Il processo di misurazione.

Misure dirette e indirette.

Calcolo dell'incertezza di misura: il modello deterministico ed il modello probabilistico con riferimento alla norma UNI CEI ENV 13005.

Cenni sul sistema SI e sull'organizzazione metrologica internazionale.

Principali caratteristiche metrologiche di un dispositivo.

Strumenti analogici per la misurazione delle grandezze elettriche di base in corrente continua: voltmetri, amperometri e tester.

Strumenti numerici in continua: voltmetri (a rampa, a semplice e doppia integrazione, ad approssimazioni successive) e multimetri.

Metodi di zero in corrente continua.

L'oscilloscopio analogico: descrizione del principio di funzionamento e delle applicazioni di misura.

L'oscilloscopio a campionamento: cenni sul principio di funzionamento. Strumenti e metodi per la misurazione di tensioni e correnti alternate.

Cenni sulla misurazione dell'impedenza elettrica.

Metodi per la misurazione della potenza elettrica in sistemi monofase e trifase.

Cenni sui sistemi di acquisizione dati

## **Laboratori e/o esercitazioni**

1. Determinazione della caratteristica d un bipolo non lineare mediante il metodo volt-amperometrico in corrente continua

2. Misurazione di resistenze elettriche con ponte di Wheatstone, con tester analogico e con multimetro elettrico.



3. Uso dell'oscilloscopio analogico.
4. Uso di strumenti per la misurazione di grandezze alternate e misurazione di potenza elettrica in sistemi trifase.

## **Bibliografia**

### **TESTI DI RIFERIMENTO**

- G. Zingales - Misure Elettriche: metodi e strumenti - UTET, Torino, 1992  
E. Rubiola, S. Sartori - laboratori di Misure Elettroniche - CLUT, Torino, 1993.

### **TESTI AUSILIARI (per approfondimenti)**

- U. Pisani - Misure elettroniche - Politeko edizioni, Torino, 1999  
E. Arri, S. Sartori - Le misure di grandezze fisiche - Paravia, Torino, 1984  
Offelli - Strumentazione elettronica - Edizioni Libreria Progetto, Padova, 1991

## **Controlli dell'apprendimento**

Valutazione delle relazioni di laboratorio.

## **Esame**

Unico esame orale che si svolgerà alla fine del modulo e che verterà su esercizi di stima delle incertezze di misura, sui principi di funzionamento degli strumenti descritti a lezione e sulla discussione delle modalità di svolgimento e dei risultati ottenuti nelle esercitazioni sperimentali.

## **02EME    SISTEMI ECONOMICI ED ORGANIZZAZIONE DI IMPRESA**

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Antonio ABATE</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso svolge il duplice compito di inquadrare l'impresa nel contesto economico di appartenenza e di approfondire gli aspetti organizzativi e di gestione aziendale.

### ***Programma***

Il sistema economico (1 credito):

Le variabili macroeconomiche e la contabilità nazionale.

La domanda, l'offerta e le forme di mercato.

L'impresa (1 credito)

Le variabili che caratterizzano la gestione dell'impresa.

La struttura organizzativa.

I costi aziendali (1 credito)

Definizione e classificazione.

Valutazione, analisi e contabilità industriale.

Cenni sul controllo di gestione.

Il bilancio delle imprese (1 credito)

Le finalità del bilancio.

I prospetti di bilancio.

Cenni di analisi di bilancio.

Le decisioni di investimento (1 credito)

I flussi di cassa e la loro attualizzazione.

L'analisi per indici.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Analisi dei dati statistici dell'economia, casi di studio sull'organizzazione aziendale, esercizi sui costi, lettura del bilancio di un'impresa, applicazioni degli indici per l'analisi degli investimenti.

### ***Bibliografia***

Materiale indicato dal docente e fornito durante il corso.

### ***Controlli dell'apprendimento***

L'interattività del corso garantisce la verifica contestuale e sistematica del processo di apprendimento.

### ***Esame***

Prova scritta e eventuale integrazione orale



## 05CIN SISTEMI ENERGETICI

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Paolo CAMPANARO

---

### Presentazione del corso

#### Competenze

Impiegando concetti di termodinamica e fluidodinamica acquisiti in precedenza e brevemente richiamati, l'allievo viene a conoscenza del funzionamento delle principali macchine a fluido presenti nei sistemi di produzione e trasformazione dell'energia in industrie e servizi, e acquisisce quelle competenze che gli consentono di simulare il funzionamento della macchina stessa, con un modello fisico-matematico semplificato atto a individuarne le prestazioni.

#### Abilità

Al termine del corso lo studente, oltre a essere in grado di costruire un modello fisico-matematico semplificato delle macchine studiate, ha imparato a utilizzarne i diagrammi di funzionamento, è in grado di apprezzare le prestazioni di massima delle macchine in condizioni di progetto e di regolazione, ed in vari casi è capace di correlarle col circuito di utilizzazione in cui sono inserite.

#### Prerequisiti

Matematica I, Meccanica, Fisica I, Fisica Tecnica

#### Programma

Lezioni (38 ore)

- Termofluidodinamica (6 ore)

Considerazioni generali sulle macchine a fluido. Richiami di termodinamica nel comportamento dei fluidi e di fluidodinamica nei condotti

- Turbine a vapor d'acqua (6 ore)

Schemi di impianti a vapore a condensazione, mezzi per migliorare il rendimento. Cicli rigenerativi; Impianti a vapore per produzione combinata di energia meccanica e termica. turbomacchine. Equazione di Eulero. Portate, potenze, rendimenti. Regolazione degli impianti.

- Turbomacchine a gas (12 ore)

a/ Turbocompressori. Caratteristiche di funzionamento. Regolazione.

b/ Impianti di turbine gas. Ciclo reale. Prestazioni. Regolazione. Cicli combinati.

- Turbomacchine idrauliche (8 ore)

a/ Le turbine idrauliche. Caratteristiche di funzionamento. Regolazione.

b/ Le Turbopompe. Prestazioni. Caratteristiche di funzionamento. Regolazione; Cavitazione.

- Compresori volumetrici (2 ore)

Compressori volumetrici alternativi e rotativi. Cicli di lavoro. Prestazioni, potenze, rendimenti.

- Motori alternativi a combustione interna (4 ore)

Motori ad accensione comandata e ad accensione per compressione. Curve caratteristiche. Prestazioni, regolazione.

Esercitazioni (20 ore)

Vengono eseguiti calcoli di massima sulle principali macchine a fluido studiate a lezione:

- Applicazioni su Termofluidodinamica (4 ore)
- Applicazioni su impianti a vapore d'acqua (4 ore)
- Applicazioni su turbomacchine a gas (4 ore)
- Applicazioni su turbomacchine idrauliche (4 ore)
- Applicazioni su compressori volumetrici (2 ore)
- Applicazioni su motori alternativi (2 ore)

## **Bibliografia**

Testi di riferimento

Sono messi a disposizione degli allievi appunti di riferimento del corso/

E' consigliato come testo di riferimento: CORNETTI - Macchine a fluido - Il Capitello (Torino)

## **Esame**

Esame scritto sul programma di esercitazioni, seguito da una breve prova orale sugli argomenti affrontati in lezione



Periodo:	3/4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	

### Programma

Probabilmente questo corso non sarà tenuto nell'a.a. 2001/02.  
Verificare sulla Guida dello Studente le opzioni alternative.

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Marina BELTRAMO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Negli ultimi anni la scrittura ha assunto una nuova centralità nell'ambito della comunicazione sia personale sia professionale. La quantità di testi scritti che ognuno di noi deve leggere e produrre è notevolmente aumentata (si pensi ad esempio alla diffusione della posta elettronica), e sono aumentate le aspettative circa la qualità del prodotto scritto. Lo scrivere bene non è più prerogativa esclusiva di quei letterati che sanno maneggiare una lingua alta impiegando sottili artifici retorici: con l'espressione scrivere bene oggi si intende piuttosto l'abilità di comunicare i concetti in modo efficace, chiaro e accurato, producendo il tipo di testo che meglio si adatta alla situazione comunicativa. Scrivere, e scrivere bene, è un'abilità richiesta pressoché a tutti: ci si aspetta la produzione di buoni documenti scritti da chiunque svolga una professione all'interno di una struttura organizzativa anche molto semplice, o sia impegnato in compiti che implicano attività di progetto, comunicazione di dati, notizie, risultati.

Questo corso si propone di avvicinare gli studenti alla scrittura, in particolare a quella tecnico-scientifica, offrendo loro gli strumenti teorici e pratici per familiarizzare con un mezzo di comunicazione spesso sottovalutato e spesso origine di dubbi e difficoltà. Saranno presentati principi, tecniche, procedure e strumenti per ottenere un buon testo scritto che esibisca quegli aspetti di organizzazione concettuale e di accuratezza formale per i quali si possa parlare di prodotto professionale.

### **Programma**

La comunicazione

- Modelli
- Applicazioni
- La comunicazione orale e la comunicazione scritta

I testi

- Che cosa fa di un insieme di parole un testo?
- Tipi e generi testuali
- Testi con vincoli

Il testo come processo

- Pianificazione
- Stesura
- Revisione

I testi tecnico-scientifici: principi di technical writing

- Aspetti di pianificazione

La situazione comunicativa

Scalette standard

- Aspetti linguistici

I linguaggi settoriali

Strutture sintattiche



Elementi di coesione  
· Convenzioni  
Uso delle risorse tipografiche  
Simboli  
Illustrazioni

Il corso prevede esercitazioni con l'impiego di strumenti informatici.

### ***Bibliografia***

A inizio corso saranno disponibili delle dispense che costituiranno il testo di riferimento principale. Eventuali integrazioni saranno indicate durante il corso e rese disponibili in forma di fotocopia.

### ***Esame***

L'esame è costituito da un test sui contenuti affrontati durante il corso e da una relazione scritta.

Durante il corso, gli studenti possono sostenere alcune prove brevi, nelle quali sono chiamati ad applicare quanto discusso a lezione. Il superamento di queste sostituisce la relazione scritta conclusiva.

# CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA

## Profilo professionale

L'ingegnere elettrico occupa un ruolo centrale e in crescita nella ricerca, nella progettazione e nella manutenzione di impianti elettrici, sia in forma statica, sia con conversione da e verso altre forme di energia, sia sempre in quanto specialista in determinate dell'ingegneria elettrica, che utilizza il settore elettrico per risolvere i/o problemi dell'energia.

Le figure dell'ingegnere elettrico e una delle figure professionali più richieste nel mondo industriale e dei servizi, esse sia per l'alta importanza del servizio elettrico in tutte le attività, sia per la forte e costantemente attendibile, con competenze di base nei settori dell'elettronica, dell'elettrotecnica, della meccanica, della telecomunicazione e dell'ingegneria elettrica.

In questo senso, al corso di laurea in ingegneria elettrica si propone di soddisfare la crescente domanda di tecnici di alto livello applicativo, con una offerta applicativa-formativa ad un efficiente equilibrio di competenze, tra la cultura scientifica della tecnologia dei circuiti ed i problemi più avanzati.

L'ingegnere elettrico è un tecnico con una preparazione sufficientemente articolata per concepire un corretto procedimento per risolvere i problemi tecnico-applicativi dell'industria, ma non necessariamente esperto in determinati settori tecnologici beni definiti ed un particolare eccesso di specializzazione in determinate specializzazioni.

In una realtà industriale caratterizzata da grande flessibilità e da frequenti innovazioni, è di grande importanza che l'ingegnere elettrico sia preparato ad affrontare problemi diversi in ambiti diversificati, che varia dalle grandi opere industriali e di servizio alle piccole e medie industrie ed al settore delle piccole imprese.

La scelta formativa persegue quindi l'obiettivo di una solida formazione di base nel settore dell'elettronica, dell'elettrotecnica industriale, associate ad una formazione generale che consenta di seguire gli sviluppi culturali, tecnologici, informativi, economici e gestionali più importanti.

In questo modo si anticipano le prospettive di successo professionale e di una rapida collocazione nel mondo del lavoro, consentendo nel contempo i rischi di obsolescenza e contemporaneamente secondo le promesse per un'ottima approfondimento i settori di attività, particolarmente ampi e variegati, comprendono fra l'altro i sistemi di produzione e trasmissione dell'energia elettrica.

I sistemi di distribuzione dell'energia elettrica, sia pubblici che privati, e apparecchiature industriali elettrotecniche ed elettroniche di potenza.

L'energetica elettrica, intesa come complesso di metodologie per l'ottimizzazione della conversione ed uso dell'energia elettrica nel rispetto dell'ambiente e delle risorse.

Le automazioni per uso industriale, per la robotica e per la trazione elettrica, i sistemi elettrici per l'automazione, per il traffico e per i servizi a bordo.

Le telecomunicazioni elettroniche, anche se basate particolarmente su tecniche relative ai circuiti, all'elettronica, ecc.

In tali settori, la professionalità dell'ingegnere elettrico si potrà esprimere in impieghi diversi, quali progettazione ed esercizio di impianti elettrici civili ed industriali, attività di ricerca in aziende di servizi, progettazione esecutiva di impianti e di processi, installazione e collaudo di macchine e di sistemi, gestione di reparti e linee di produzione, attività di controllo e di verifiche tecniche, attività finalizzate alla ricerca ed al sviluppo tecnologico, attività tecnico-commerciali di promozione, attività consulenziali, attività, ecc.

## VECCHIO ORDINAMENTO



# CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA

## Profilo professionale

L'ingegneria elettrica comprende lo studio e la realizzazione di tutti i sistemi e componenti che in qualche modo utilizzano l'energia elettrica, sia in forma esclusiva, sia con conversione da o verso altre forme di energia, ma sempre in quantità significative (a differenza dell'ingegneria elettronica, che utilizza il vettore elettrico per elaborare e/o trasmettere dati e segnali).

La figura dell'ingegnere elettrico è una delle figure professionali più richieste nel mondo industriale e dei servizi, e ciò sia per l'ovvia importanza del servizio elettrico in tutte le attività, sia per la forte caratterizzazione interdisciplinare, con competenze di base nei settori dell'elettronica, dell'informatica, della meccanica, della termotecnica e dell'ingegneria strutturale.

In questo senso, il corso di laurea in Ingegneria Elettrica si propone di soddisfare l'elevata domanda di tecnici di alto livello applicativo, con una offerta applicativa finalizzata ad un efficiente equilibrio fra competenze di carattere generale (garanzia di flessibilità e di adattabilità alle evoluzioni del mercato del lavoro) e competenze specialistiche su problematiche avanzate.

L'ingegnere elettrico è un tecnico con una preparazione sufficientemente articolata per consentire un efficiente padronanza dei problemi tecnico-applicativi nell'immediato, una solida capacità di recepire ed utilizzare l'innovazione nel breve termine ed un promettente accesso al successivo livello di formazione specialistica.

In una realtà lavorativa caratterizzata da grande flessibilità e da frequenti innovazioni, è di grande importanza che l'ingegnere elettrico sia preparato ad affrontare compiti diversi in ambienti diversificati, che vanno dalle grandi società industriali e di servizio alle piccole e medie industrie ed al mondo delle libere professioni.

La scelta formativa privilegia quindi l'obiettivo di una solida formazione di base nel settore dell'elettricità, dei sistemi energetici e dell'elettronica industriale, associata ad una formazione generale che consenta di acquisire gli strumenti culturali matematici, informatici, economici e gestionali più importanti.

In questo modo si aumentano le prospettive di successo professionale e di una rapida collocazione nel mondo del lavoro, riducendo nel contempo i rischi di obsolescenza e contemporaneamente creando le premesse per successivi approfondimenti.

I settori di attività, particolarmente ampi e variegati, comprendono fra l'altro:

- i sistemi di produzione e trasmissione dell'energia elettrica;
  - i sistemi di distribuzione dell'energia elettrica, sia pubblici che privati;
  - le apparecchiature industriali elettriche ed elettroniche di potenza;
  - l'energetica elettrica, intesa come complesso di metodologie per l'ottimizzazione della gestione e dell'uso dell'energia elettrica nel rispetto dell'ambiente e della sicurezza;
  - gli azionamenti per uso industriale, per la robotica e per la trazione elettrica;
  - i sistemi elettrici per l'automazione, per il traffico e per i servizi a bordo
- le utilizzazioni elettriche, anche in contesti particolarmente innovativi (edifici intelligenti, domotronica, etc.).

In tali settori, la professionalità dell'ingegnere elettrico si potrà esprimere in impieghi diversi, quali progettazione ed esercizio di impianti elettrici civili ed industriali, attività di esercizio in aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto e di processo, installazione e collaudo di macchine e di sistemi, gestione di reparti e linee di produzione, attività di controllo e di verifiche tecniche, attività finalizzate alla sicurezza ed al risparmio energetico, attività tecnico-commerciali di promozione, vendita, assistenza tecnica, ecc.

L'attività potrà essere svolta sia nel mondo industriale che presso Enti pubblici e privati, sia infine come libero professionista.

La nuova figura di ingegnere elettrico delineata dai recenti cambiamenti nell'ordinamento universitario sarà in particolare rivolta:

ai processi di preparazione, produzione, trasformazione e vendita di materiali e prodotti, inclusa la gestione delle risorse, anche attraverso l'interazione con laureati e tecnici di altra area culturale;

alla funzione di raccordo fra la fase di ideazione e la fase di realizzazione dei manufatti e dei sistemi di produzione e servizio, grazie all'acquisizione di criteri validi per scelte razionali;

alla funzione di sviluppo di attività progettuali, in studi e società di ingegneria

### **Obiettivi formativi specifici**

Gli obiettivi formativi generali possono essere così sintetizzati:

- conoscere gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base
- conoscere gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito per l'ingegneria elettrica, per identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
- utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
- condurre esperimenti e di analizzarne ed interpretarne i dati;
- comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;
- conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
- conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
- conoscere i contesti contemporanei;
- avere capacità relazionali e decisionali;
- comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;
- possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

A tali obiettivi generali si sommano i seguenti obiettivi specifici:

- comprendere il funzionamento e modellare i principali componenti elettrici;
- conoscere le principali macchine elettriche, le caratteristiche esterne ed i campi di impiego;
- comprendere la struttura degli impianti elettrici e saper dimensionare semplici sistemi d'utente;
- conoscere le problematiche della sicurezza elettrica;
- conoscere gli aspetti basilari del dimensionamento meccanico;
- conoscere le basi dell'elettronica digitale e le caratteristiche dei principali componenti;
- conoscere le basi dell'elettronica industriale di potenza e le caratteristiche dei principali azionamenti;
- sapere formulare il bilancio energetico di un processo ;
- sapere utilizzare i principali strumenti di produttività individuale.

### **Orientamenti**

Sono stati previsti due orientamenti:

**Automazione Industriale:** con approfondimento delle problematiche relative agli azionamenti elettrici

**Energia:** con approfondimento delle problematiche relative agli impianti elettrici ed ai sistemi energetici.



## 01AAZ ALIMENTATORI A CONVERTAZIONE

Periodo	2° semestre
Crediti	6
Precedente obbligatorio	01A2Z
Docente	Franco MAL'OLINO

### Presentazione del corso

Il corso di Alimentatori a Convertimento ha lo scopo di presentare sia gli aspetti teorici (analisi dei circuiti), sia gli aspetti progettuali e implementativi dei più importanti circuiti alimentatori applicati nei sistemi elettronici di potenza (tensione 1kV). Nel corso vengono analizzati gli alimentatori, con particolare riferimento ai più diffusi del punto di vista costruttivo, ovvero basati su trasformatori, reattori, induttori, diodi e triodi a catodo caldo e commutazione.

## PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

### Prerequisiti

Esistono questi nei corsi di tipo di livello superiore, e richiede una forte padronanza sui gli argomenti di tipo costruttivo e implementativo dei circuiti elettronici. È bene richiederla una buona conoscenza della implementazione di laboratorio e di un ambiente virtuale.

### Programmi

Alimentatori di tipo AC/DC, configurazione serie e parallelo, regolatori integrali analitici.

Analisi di alimentatori ad onda quadrata, Configurazioni Buck, Boost e Full-Bridge, Caratteristiche statiche in modo continuo e discontinuo, Dimensionamento di induttori, diodi, transistori, anche nella ottica degli stati, scelta degli alimentatori, scelta del circuito, Limitazione, Controllo di voltage loop e corrente media, Circuiti di lettura di potenza.

Analisi paralleli di induttore, Analisi e dimensionamento di alimentatori Buck, Boost, Forward, Full-Bridge, Bridge ponte e ponte intero, Analisi e dimensionamento di Full-Bridge, Caratteristiche dinamiche, Impedenza di induttore e trasformatore ad alta frequenza, Scelta del motore con il prodotto delle aree, Scelta dei conduttori, Valutazione delle perdite.

Caratteristiche di un motore, Induzione, Alimentazione analitica, Analisi di corrente, Scelta del motore ad un certo stato di operazione, applicazioni.

### Bibliografia

Il corso non segue fedelmente un libro di testo, ma gli argomenti trattati sono completamente ripartiti da volumi apposti disponibili in copertina. Per alcuni argomenti, vanno disposte esperienze di laboratorio, anche su prototipi, anche durante il corso.

Testi consigliati:

W. Van, Fundamentals of Power Electronics, Chapman & Hall.

W. Van, Szwedek, Modern DC-DC Switchmode Power Conversion Circuits, Van Nostrand Reinhold.

W. Van, Szwedek, Verghese, Principles of Power Electronics, Addison-Wesley.

W. Van, Switching Power Supply Design, second edition, McGraw-Hill.

## 01AAZ ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01BIZ
Docente:	Franco MADDALENO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso di Alimentatori a Commutazione ha lo scopo di presentare sia gli aspetti teorici (modelli dei circuiti), sia gli aspetti progettuali e realizzativi dei più importanti circuiti alimentatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza (1kW). Nel corso vengono esaminati gli alimentatori, visti dapprima come sistemi e poi più in dettaglio dal punto di vista circuitale. Vengono brevemente trattati i regolatori lineari e più in dettaglio quelli a commutazione ad onda quadra (switching).

### **Prerequisiti**

Essendo questo un corso di tipo circuitale applicativo, è richiesta una forte propensione per gli argomenti di tipo circuitale e un'ottima conoscenza dei corsi circuitali precedenti. È pure richiesta una buona conoscenza della strumentazione di laboratorio e di un simulatore circuitale.

### **Programma**

Alimentatori dissipativi: Conversione AC/DC, stabilizzazione serie e parallelo. Regolatori integrati e discreti.  
Analisi di alimentatori ad onda quadra: Configurazioni fondamentali: Buck, Boost e Buck-boost. Caratteristiche stazionarie in modo continuo e discontinuo. Comportamento dinamico. Modelli linearizzati, media nello spazio degli stati, media degli interruttori, media del circuito. Linearizzazione. Controllo in voltage mode e current mode. Correttori di fattore di potenza.  
Configurazioni derivate: Analisi e dimensionamento di alimentatori Buck derivati (Forward, Push Pull, Mezzo ponte e ponte intero). Analisi e dimensionamento di flyback.  
Componenti magnetici: Progetto di induttori e trasformatori ad alta frequenza. Scelta del nucleo con il prodotto delle aree. Scelta dei conduttori. Valutazione delle perdite.  
Circuiti ausiliari: Reti snubber. Isolamento. Alimentazioni ausiliarie. Sensori di corrente. Saranno effettuate alcune esercitazioni sperimentali in laboratorio.

### **Bibliografia**

Il corso non segue fedelmente un libro di testo, ma gli argomenti trattati sono completamente coperti da ottimi appunti disponibili in copisteria (Politeko). Per alcuni argomenti vi sono dispense supplementari del docente e articoli su riviste indicate durante il corso.

#### *Testi ausiliari*

Erickson, 'Fundamentals of Power Electronics' Chapman & Hall  
Bloom, Severns, 'Modern DC-DC Switchmode Power Conversion Circuits', Van Nostrand Reinhold  
Kassakian, Schlecht, Verghese, 'Principles of Power Electronics', Addison Wesley  
Pressman, 'Switching Power Supply Design', second edition McGraw Hill



Vi sono due forme di esame, tradizionale oppure con homework e progetto. L'esame tradizionale è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria presso la segreteria di Elettronica) e da un orale. Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o ad esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

L'esame può anche essere superato svolgendo individualmente e consegnando ogni settimana gli homework (ed eventuale tesina). Il voto finale sarà basato per il 40% sugli esercizi, per il 40% sui progetti e il restante 20% sulla discussione degli homework.

L'esame scritto ha una durata di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o ad esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

L'esame scritto ha una durata di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o ad esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

L'esame scritto ha una durata di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o ad esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

## 01ABY ANALISI DI SISTEMI PER IL CONTROLLO

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CEF e 01ACJ
Docente:	Giovanni FIORIO

---

### **Presentazione del corso**

L'insegnamento riguarda: l'analisi di sistemi fisici di varia natura ai fini di determinarne le leggi di funzionamento in regime transitorio, in vista di un loro inserimento all'interno di un sistema dotato di controllo.

### **Prerequisiti**

Le nozioni propedeutiche necessarie per seguire il corso e prepararne l'esame sono quelle di Elettrotecnica, di Geometria e di Analisi Matematica III, soprattutto per quanto riguarda l'uso di vettori, matrici e trasformate di Laplace.

### **Programma**

Il problema del controllo automatico. Concetto di sistema. Ingressi (comandi e disturbi), uscite (primarie e secondarie). Enunciato del problema in forma descrittiva. Schema generale di un sistema dotato di controllo. Proprietà degli elementi componenti. Elenco delle competenze richieste ad un esperto di sistemi di controllo.

Costruzione dei modelli matematici di sistemi fisici. Rappresentazione grafica dei modelli: schemi a blocchi e loro regole di elaborazione. Modelli matematici approssimati di sistemi elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici, idraulici e pneumatici.

Elementi di analisi di segnali e di sistemi. Risposte nel dominio del tempo e della frequenza. Cenni su processi stocastici e dinamica statistica. Concetto e verifica della stabilità.

Dinamica dei sistemi monovariabili (un comando e un'uscita) con retroazione. Criteri di Routh e di Nyquist. Costruzione dei diagrammi di Nyquist. Margini di stabilità. Costruzione dei luoghi delle radici.

### **Bibliografia**

- G. Fiorio 'Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi', CLUT, 1992
- G. Fiorio e S.Malan: 'Esercitazioni di controlli automatici', CLUT, 1990

### **Esame**

L'esame è scritto e riguarda domande di teoria ed esercizi relativi al programma. All'esame ogni studente porta con sé l'occorrente per scrivere e tracciare i grafici necessari, ed inoltre un solo foglio di formato A4 in cui deve concentrare tutti gli appunti che gli servono come aiuto alla memoria di informazioni non ricavabili dal ragionamento.



## **H0290    APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Marialuisa TOSONI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di studiare le problematiche relative di progetto di circuiti logici per il comando ed il controllo di sistemi elettromeccanici. Vengono richiamati gli elementi di calcolo binario e di algebra booleana necessari alla trattazione sia dei sistemi logici non programmabili sia dei sistemi logici basati su microprocessori microcontrollori e DSP.

### **Prerequisiti**

Fondamenti di informatica, Calcolo numerico, Elettronica applicata.

### **Programma**

La prima parte del corso comprende i richiami delle nozioni fondamentali necessari alla progettazione di sistemi logici i sistemi di numerazione, come i sistemi di numerazione, l'algebra di Boole e i metodi di minimizzazione delle funzioni logiche: sistemi di numerazione, codici numerici, algebra di Boole, metodi di minimizzazione.

La seconda parte del corso tratta dell'analisi e della progettazione di sistemi logici non programmabili, nati cioè per risolvere un ben definito problema. I temi trattati possono essere suddivisi in tre capitoli: reti combinatorie, reti sequenziali, flip-flop..

Reti combinatorie ossia reti che implementano funzioni dipendenti solo dallo stato attuale degli ingressi e ne presenta le tecniche di base. Un'estesa trattazione delle porte AND e OR consente l'analisi e la sintesi delle equazioni logiche booleane. Seguono le tecniche di implementazione di circuiti logici con porte NAND e NOR.

Analisi di reti logiche combinatorie. Sintesi di reti logiche.

Reti sequenziali ossia reti che implementano funzioni dipendenti non solo dallo stato attuale degli ingressi, ma anche dalle sequenze degli eventi precedenti.

Analisi di reti sequenziali. Sintesi di reti sequenziali. Reti sequenziali ad impulsi.

Flip-flop. I flip-flop possono essere considerati i primi elementi di memoria il cui uso rende molto più affidabili i circuiti sequenziali sincroni. Dopo la descrizione di vari tipi di flip-flop, vengono presentate alcune applicazioni di interesse generale.

Flip-flop D, T, S-R, J-K. Programmazione di flip-flop. Contatori a flip-flop. Registri di scorrimento.

La successiva parte del corso è finalizzata al progetto formale di sistemi di controllo digitale programmabili. Dopo una descrizione generale dei concetti basilari, si passa alla descrizione dell'architettura di diversi dispositivi atti all'implementazione di controlli multiuso per sistemi elettromeccanici ed in particolare: PLA (programmable logic array), microprocessore a 8 bit, DSP a 6 bit a virgola fissa, microcontrollore a 32 bit. Il contenuto di quest'ultima parte del corso può cambiare da un anno all'altro per mantenersi aggiornato con la continua evoluzione tecnologica del settore.

Organizzazione di un generico sistema.

Microprocessori orientati alla memoria. Microprocessori orientati ai registri. Registri interni. Unità operativa. Unità di controllo. Unità periferiche. Memorie di programma e di lavoro. Architettura di Von Neumann. Architettura Harvard. Generalità sul linguaggio Assembly.

PLA. Uso e descrizione dei dispositivi EPXX Altera. Programmi di sviluppo software.

CPU Z80. Architettura. Modalità di funzionamento. Temporizzazione dell'esecuzione delle istruzioni. Set di istruzioni. Gestione delle interruzioni.

Periferiche della famiglia Z80. PIO, parallel input-output. DMA, direct access memory.

DSP. Architettura. Modalità di funzionamento. Temporizzazione dell'esecuzione delle istruzioni. Set di istruzioni. Gestione delle interruzioni.

Microcontroller MC68332. Architettura. Modalità di funzionamento. Temporizzazione dell'esecuzione delle istruzioni. Set di istruzioni. Gestione delle interruzioni.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni relative alla logica programmata sono costituite da esercizi svolti dagli allievi. Le esercitazioni relative alla logica programmabile sono costituite dalla progettazione di semplici sistemi di controllo, basati sui dispositivi presi in esame a lezione, con i relativi organi di input/output.

Le esercitazioni di laboratorio comprendono l'eventuale realizzazione dei sistemi progettati durante le esercitazioni in aula. Le esercitazioni al calcolatore comprendono l'uso di pacchetti software atti a sviluppare, debuggare e simulare i programmi di controllo. Infine, mediante l'uso di sistemi di sviluppo o di evaluation board si arriva al test sia del software che dello hardware realizzati.

### **Bibliografia**

W. Wickes, Logic design with integrated circuits, Wiley, New York.

Rubino, Zaccaria, Il nuovo manuale Z80, Il Rostro.

Altro materiale verrà fornito agli allievi dal docente.

### **Esame**

L'esame è costituito da un colloquio sugli argomenti svolti a lezione, integrato da svolgimento di esercizi analoghi a quelli delle esercitazioni ed un eventuale esame e discussione dei sistemi realizzati.



## 01AEY ASPETTI APPLICATIVI E SVILUPPO DI CASI

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CUD
Docente:	Francesco DONATI

---

### **Presentazione del corso**

Si tratta del secondo modulo di un corso che ha come obiettivo quello di avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione. Il modulo ha contenuto applicativo, presentando lo sviluppo di un caso in tutti i suoi passi progettativi.

### **Prerequisiti**

Si richiede la conoscenza della metodologia progettuale sviluppata nel modulo: Teoria dell'automazione industriale.

### **Programma**

Le fasi di sviluppo di un progetto: specifica dei requisiti, concezione di sistema e analisi di fattibilità, progetto esecutivo, logica di controllo, simulazione, realizzazione e collaudo.

Nozioni elementari di affidabilità, tolleranza ai guasti, autodiagnostica e dependability. Sviluppo di un caso concreto dalla specifica dei requisiti, alla selezione dei componenti hardware, allo sviluppo della logica di controllo.

### **Bibliografia**

M. Athans et al.: 'Systems, Networks and Computation Multivariable Methods', McGraw-Hill, New York.

V. Strojic: 'State Space Theory of Discrete Linear Control', J. Wiley and Sons, New York

### **Esame**

Prova scritta, immediatamente seguita da correzione e prova orale.

## **H0350 AUTOMAZIONE A FLUIDO**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Guido BELFORTE</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di far conoscere i diversi sistemi di automazione a fluido attualmente utilizzati e di fornire le nozioni di base indispensabili per una corretta progettazione e per un uso razionale degli impianti a fluido.

Vengono quindi analizzati componenti ed elementi di vari tipi di sistemi pneumatici, micropneumatici e fluidici, digitali e proporzionali. Vengono inoltre fornite nozioni di analisi dei sistemi, di tecniche di automazione digitale e di modellazione dei sistemi pneumatici.

### **Prerequisiti**

Nozioni acquisite con la frequenza del corso di Meccanica applicata alle macchine.

### **Programma**

Struttura dei sistemi automatici. Proprietà dei sistemi pneumatici, micropneumatici, fluidici, oleodinamici. Cilindri a semplice e doppio effetto. Valvole a due, tre, quattro vie; comandi, funzionamento e simbologia delle valvole. Valvole ausiliarie dei circuiti pneumatici (OR, AND, sequenza, di non ritorno, temporizzazione, regolatori di flusso, scarico rapido, economizzatrice, ecc). Proprietà delle valvole pneumatiche. [8 ore]

Principi di algebra logica. Funzioni combinatorie e sequenziali. Operatori logici e relativa simbologia ISO-IEC. Tipi di memorie. Elementi pneumologici. [4 ore]

Elementi micropneumatici Samsomatic, Dreloba, Selp. Getti e principi di fluidica. Elementi fluidici digitali e proporzionali: funzionamento e caratteristiche operative. [8 ore]

Sistemi a tempo e ad eventi. Diagrammi funzionali: movimenti ' fasi, Grafcet, Gemma. Tecniche di controllo digitali a logica cablata e programmabili. Elementi con memorie pneumatiche, con memorie ausiliarie, contatori binari, programmatori a fase, moduli sequenziatori. Comandi con relè: funzioni logiche combinatorie e sequenziali; tecnica del Grafcet contratto. Controllori logici programmabili (PLC): proprietà generali e linguaggi di programmazioni (lista di istruzioni, sequenziale, ladder). Criteri di scelta tra sistemi con sequenziatori, relè, PLC. [14 ore]

Elementi di interfaccia, elettrovalvole e sistemi elettropneumatici digitali e proporzionali. Sensori ed elementi di fine corsa, elementi periferici. [6 ore]

Cilindri specializzati e applicazioni dei sistemi pneumatici. [4 ore]

Modellazione e comportamento dinamico dei sistemi pneumatici: resistenze, capacità, induttanze. Sistemi a parametri concentrati e distribuiti, propagazione dei segnali pneumatici. Esempi di modellazione di circuiti pneumatici. [6 ore]

Struttura degli impianti pneumatici, alimentazione degli impianti. trattamento dell'aria, affidabilità, aspetti energetici, ecologici e di sicurezza. [6 ore]



## **Laboratori e/o esercitazioni**

Viene svolto un ciclo di 12 esercitazioni di laboratorio della durata ognuno di 4 ore. Durante ogni esercitazione vengono sviluppate una o più gruppi di prove.

Le esercitazioni devono essere svolte da singole squadre di studenti che seguono ciascuna un proprio percorso con assistenza in laboratorio.

Il programma dettagliato delle esercitazioni sarà distribuito ad ogni singola squadra.

La presenza alle esercitazioni è obbligatoria e condiziona la firma di frequenza.

Di tutte le esercitazioni deve essere preparata una relazione che viene presentata quando si effettua l'esame.

La relazione comprende un testo che descrive gli scopi, le attrezzature usate, le modalità di prova, ecc. e contiene tutti i dati sperimentali misurati ed elaborati, e una serie di tavole.

Il testo può essere preparato singolarmente, da ogni studente, o dall'intera squadra, per cui può essere disponibile un unico testo per ogni singola squadra.

Le tavole illustranti gli schemi delle prove e i diagrammi riassuntivi devono essere singoli per ogni studente. Dette tavole possono essere preparate:

- a) completando le tavole allegate al testo di esercitazioni;
- b) preparando interamente dette tavole su carta millimetrata (non sono ammesse fotocopie di tavole del testo).

## **Bibliografia**

Testi di riferimento:

G. Belforte, N. D'Alfio, Applicazioni e prove dell'automazione a fluido, Giorgio, Torino, 2. ed., 1992.

G. Belforte, Pneumatica, Tecniche Nuove, Milano, 1987.

Testo ausiliario:

D. Bouteille, G. Belforte, Automazione flessibile elettropneumatica e pneumatica, Tecniche Nuove, Milano, 1987.

## **Esame**

L'esame si svolge in forma orale sull'intero programma del corso (lezione ed esercitazione), con discussione, in particolare, di quanto svolto in laboratorio.

## **H0370 AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Francesco DONATI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione industriale. Vengono quindi analizzate le fasi progettative, dalla specifica dei requisiti all'analisi di fattibilità, allo sviluppo della concezione di sistema, alla progettazione ed al collaudo. Particolare attenzione viene data alla progettazione della logica di controllo.

### **Prerequisiti**

Il corso presuppone le conoscenze di base necessarie alla definizione dei modelli matematici di sistemi fisici e di impianti impiegati nell'industria. Si presuppone pure un'adeguata conoscenza dei metodi di analisi e trattamento dei segnali, ivi compresi quelli aleatori.

### **Programma**

La modellizzazione matematica come strumento base della conoscenza.

I modelli matematici. Criteri e valutazione dell'approssimazione: la misura in norma.

L'approccio a due modelli con differente livello di approssimazione.

L'organizzazione di un sistema di controllo automatico digitale nell'ambito di una struttura gerarchica.

Il generatore dei riferimenti. L'osservatore. Il controllo di catena chiusa.

La specifica dei requisiti di sistema.

La concezione del sistema di automazione.

L'architettura costruttiva. L'organizzazione logica in sottosistemi e in funzioni. La specifica dei requisiti relativi ai sottosistemi.

La progettazione della logica di controllo.

Il progetto del generatore dei riferimenti. Il progetto dell'osservatore. Il progetto del controllo di catena chiusa.

La simulazione numerica come strumento di progetto.

L'affidabilità ed il comportamento in condizioni di guasto.

Nozioni elementari di affidabilità. L'autodiagnostica. Il degradamento controllato delle prestazioni in condizioni di guasto.

Sviluppo di casi tipici.

I casi trattati saranno variabili di anno in anno e la loro trattazione occuperà un tempo pari al 40% del corso.

### **Bibliografia**

Sono in preparazione le dispense del corso.

### **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta sullo sviluppo di un piccolo progetto, seguita immediatamente dalla prova orale.



# 01AFH AZIONAMENTI AD ALTE PRESTAZIONI IN CORRENTE ALTERNATA

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01ALA e 01BNN
Docente:	Alfredo VAGATI

---

## **Presentazione del corso**

Il modulo prosegue il viaggio nel mondo degli azionamenti ad alte prestazioni, descrivendo le moderne tipologie di controllo di macchina, facenti uso di motori in corrente alternata.

## **Programma**

- Servoazionamenti Brushless: generalità. Schemi di principio trapezio e sinusoidale.
- Motore Brushless e relativa modellistica: flusso concatenato prodotto dai magneti permanenti. Progettazione di tipo trapezia. Progettazione di tipo sinusoidale.
- Auto e mutue induttanze. Relazione tensione-corrente e modello magnetico. Bilancio energetico ed equazioni di coppia.
- Controllo di coppia di tipo trapezio (scalare): corrente equivalente.
- Analisi della commutazione del Brushless trapezio: caso six-step, caso con controllo del bus in continua.
- Controllo PWM del servomotore trapezio: tecniche di comando bipolare e unipolare.
- Tachimetro brushless: descrizione e particolarità di impiego.
- Controllo di coppia di tipo sinusoidale (vettoriale). Trasformazioni di assi. Equazioni di macchina in assi rotorici.
- Controllo vettoriale di corrente. Diverse tecniche di realizzazione e loro specificità.
- Tecniche di modulazione e loro limiti. Comportamento in saturazione di tensione.
- Misura della posizione angolare (resolver, encoder).
- Brushless anisotropo e sue problematiche di impiego.
- Azionamento di motori a induzione a controllo vettoriale: modello dinamico della macchina e principio generale di controllo.
- Individuazione del riferimento. Stimatori  $V$ ,  $I$  e  $I$ ,  $w$ . Osservatore di flusso di ordine ridotto. Osservatore di ordine pieno.
- Schemi vari di controllo (diretto, indiretto, ecc.)
- Prestazioni dell'azionamento a induzione nel campo a potenza costante.
- Azionamenti con motori sincroni a riluttanza: generalità e tecniche costruttive di macchina.
- Moderni motori ad alta anisotropia a laminazione trasversale.
- Prerogative di controllo del motore sincrono a riluttanza.
- Motore sincrono a riluttanza assistito da magneti permanenti: motivazioni e controllo.
- Considerazioni comparative tra le diverse soluzioni in corrente alternata e conclusioni applicative.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Verranno effettuate dimostrazioni pratiche del funzionamento di azionamenti in corrente alternata per asse e per mandrino. Saranno utilizzati azionamenti impiegati industrialmente, con visualizzazione dei segnali di stato (10 ore).

## Bibliografia

Raccolta slides di presentazione

## Esame

L'esame consiste in una prova orale, comprensiva anche degli argomenti inerenti il modulo 1.



## 01AJF    **COMPLEMENTI DI CONTROLLO DIGITALE**

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01AZA
Docente:	<b>Maurizio VALLAURI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende presentare alcuni argomenti e problemi che completano la formazione di base sui sistemi lineari campionati e il loro controllo, e una introduzione ad alcuni moderni sviluppi che pongono in stretta relazione i sistemi ad eventi discreti e i sistemi campionati classici.

### **Prerequisiti**

Nozioni propedeutiche indispensabili: fondamenti di controllo digitale.

### **Programma**

Principi di identificazione e stima. Richiami di probabilità.

Il filtro di Kalman.

Principi di regolazione adattiva. Generalità sui regolatori adattivi con modello di riferimento (MRAS) (con particolare riguardo a concetti fondamentali sulla iperstabilità) e sui regolatori adattivi con modello di identificazione (MIAS).

Alcuni fondamenti dello studio di sistemi dinamici a eventi discreti mediante la teoria di automi finiti rappresentati in forma algebrica lineare, con la possibilità di applicare a detti sistemi metodologie classiche sviluppate per i sistemi campionati.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni consistono nella discussione, in aula, di problemi di carattere applicativo riguardanti gli argomenti del corso, risolti o illustrati dopo essere stati assegnati per lo svolgimento a casa, e altresì nella esposizione di argomenti di carattere matematico complementari alla materia del corso.

### **Bibliografia**

All'inizio del corso viene messa a disposizione degli Allievi una copia riproducibile di note manoscritte che coprono una parte limitata del programma.

Per eventuali approfondimenti possono essere utilmente consultati:

- V.Strejč: State Space Theory of Discrete Linear Control, John Wiley & Sons, New York, 1981.

- D.Franke: Sequentielle Systeme, Vieweg-Verlag, Braunschweig 1994.

- D.Abel, K.Lemmer (Hrsg.): Theorie ereignisdiskreter Systeme, R.Oldenbourg Verlag, Muenchen Wien, 1998.

Altri riferimenti bibliografici vengono forniti durante il corso.

### **Esame**

Consiste in due prove scritte: lo svolgimento di un tema di carattere teorico senza materiale di riferimento e, immediatamente dopo, la risoluzione di uno o più problemi, con libera consultazione di libri, note ecc. Eventuale successivo accertamento orale se il candidato, che abbia riportato una votazione media o bassa dello scritto, lo desidera.

# 01ALA CONTROLLO DEGLI AZIONAMENTI / AZIONAMENTI IN CORRENTE CONTINUA

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CAP oppure 01CAR oppure 01AZZ
Docente:	Alfredo VAGATI

---

## **Presentazione del corso**

Il modulo ha lo scopo di introdurre al mondo degli azionamenti controllati, in particolare a quelli ad alte prestazioni (macchine utensili, robotica, ecc.). Si fa riferimento ai soli azionamenti in corrente continua in quanto quelli, più moderni, in corrente alternata vengono trattati nel secondo modulo.

## **Programma**

- Elementi caratteristici di un azionamento.
- Tipologie applicative varie.
- Azionamenti ad alte prestazioni: 'assi' e 'mandrini'
- Controllo di macchina e Controllo di azionamento.
- Equazioni del motore a corrente continua. Approccio induttivo alla struttura di controllo in cascata.
- Limitazioni fisiche, compensazione PI ed effetto coda, fenomeno del wind-up.
- Effetto dinamico degli accoppiamenti elastici, lato tachimetro e lato carico.
- Effetto dell'ondulazione tachimetrica sulle prestazioni del controllo di velocità.
- Possibile impiego e limiti delle tecniche di osservazione del carico.
- Moderni materiali magnetici permanenti e loro impiego motoristico.
- Servomotori a corrente continua: descrizione, specificità e modello termico.
- Amplificatori switching (chopper) per il controllo dei servomotori in corrente continua. Quadranti di funzionamento, tecniche di comando e di modulazione.
- Perdite dovute alla modulazione e dimensionamento energetico in frenatura.
- Cenni sui componenti elettronici di potenza (Mosfet, IGBT). Commutazione non assistita (monoquadrante). Commutazione assistita al turn-on e al turn-off.
- Cenni sulla struttura a bus risonante. Cenni sui circuiti di pilotaggio, ausiliari e di protezione.
- Riepilogo sul controllo di macchina del servomotore a corrente continua. Estensione al caso di un azionamento per mandrino (deflussaggio, stima del flusso).
- Limitazioni degli azionamenti in corrente continua e motivazioni fisico-pratiche verso l'impiego dei motori in corrente alternata.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Non sono previste esercitazioni di laboratorio.

## **Bibliografia**

Raccolta slides di presentazione

## **Esame**

L'esame consiste in una prova orale, che verrà svolta congiuntamente a quella relativa al modulo 2, per coloro che seguono entrambi i moduli.



# 01ALB CONTROLLO DEI MANIPOLATORI INDUSTRIALI

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01BTT
Docente:	Basilio BONA

---

## **Presentazione del corso**

Il modulo non si rivolge soltanto a quanti sono strettamente interessati alla robotica industriale, ma possiede carattere generale, in quanto presenta, applicandole ad una struttura elettromeccanica complessa, una serie di metodologie e di tecniche utili anche per coloro che si occuperanno di automatica e controlli in senso lato. Il modulo fornisce la conoscenza delle moderne tecniche di controllo dei robot industriali, presentando sia le tecniche adottate a livello industriale sia alcune metodologie di controllo avanzato, utili in generale anche per la soluzione di problemi di controllo non strettamente legati al settore della robotica. Il modulo si svolge in parte presso il Laboratorio Sperimentale di Robotica, dove si utilizzeranno architetture HW/SW digitali per la progettazione e l'applicazione di algoritmi di controllo a strutture reali.

## **Prerequisiti**

Oltre alla conoscenza degli argomenti del modulo 01BTT, si richiede una conoscenza di base di Teoria dei Sistemi e Controlli Automatici. Si dà per acquisita la conoscenza del modello dinamico dei motori in corrente continua. Per le esercitazioni sperimentali è richiesta una conoscenza di base dei linguaggi MATLAB, SIMULINK e C oppure C++ (che verranno dati per noti), nonché una certa predisposizione (o la volontà di imparare) a lavorare su apparecchiature complesse, 'delicate' e costose, che richiedono una certa attenzione da parte di chi le usa.

## **Programma**

*Controllo lineare [8 ore]:*

controllo a giunti indipendenti, problematiche dovute alla non linearità e variabilità nel tempo dei parametri dinamici.

*Controllo non lineare [12 ore]:*

controllo di coppia calcolata, linearizzazione globale esatta ingresso-uscita, linearizzazione approssimata, controllo robustificante.

*Controllo di forza [6 ore]:*

interazione del robot con l'ambiente esterno, vincoli cinematici, controllo di rigidità a uno e più gradi di libertà, controllo mediante retroazione di forza, controllo di impedenza, impostazione e problematiche del controllo ibrido forza/posizione.

*Controllo adattativo [10 ore]:*

illustrazione di tecniche di controllo adattativo basate sulla coppia calcolata e sulla conservazione della proprietà di passività, analisi della stabilità mediante funzione di Liapunov.

*Esercitazioni sperimentali in laboratorio [10-12 ore]:*

verrà utilizzato un manipolatore planare controllato da una scheda DSP collegata ad un PC. Gli studenti porteranno a termine alcune esercitazioni di base (movimento del manipolatore nello spazio dei giunti, nello spazio cartesiano, raccolta dati ed esperimenti vari di monitoraggio e tracciamento di grafici) e potranno progettare e realizzare semplici leggi di controllo digitale.

## Bibliografia

- B. Bona, M. Indri, 'Modellistica, Pianificazione e Controllo di Robot Industriali', Politeko, Torino.
- L. Sciavicco, B. Siciliano, 'Robotica Industriale. Modellistica e Controllo di manipolatori', Mc-Graw Hill Italia, 1995.

## Esame

Gli esami consistono in una prova orale sugli argomenti sviluppati a lezione e potranno venire poste anche domande sulla relazione di cui al punto precedente.



## **H0890      CONVERSIONE STATICA DELL'ENERGIA ELETTRICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Antonino FRATTA</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso è il primo sulla conversione nell'ambito del Corso di Laurea. Viene impostato come corso di base sulla conversione statica, e tratta in modo approfondito le tipologie di convertitori che impiegano transistori di potenza e la commutazione forzata controllata dal circuito di pilotaggio. La comprensione dei fenomeni fisici fondamentali e la relativa trattazione analitica viene assiduamente correlata con la realtà tecnologica, con la finalità di fornire gli strumenti per una oggettiva capacità professionale.

Coerentemente, l'elevato numero di ore di esercitazione viene dedicato alla familiarizzazione con componenti, specifiche tecniche, programmi di simulazione e applicazioni allo stato dell'arte della conversione statica di media potenza.

### **Prerequisiti**

Analisi Matematica I e II; Elettrotecnica.

Consigliato un corso di base di Elettronica Controlli Automatici.

### **Programma**

#### *1) Introduzione alla conversione a commutazione statica. [6]*

Generalità. Configurazione della conversione. Sistemi di alimentazione e conversione regolata. Definizioni. Qualità e Obiettivi. Tipologie delle connessioni elettriche.

Generalità sulla commutazione di circuiti elettrici. Interruttori e modalità di commutazione, naturale e forzata. Peculiarità degli interruttori a semiconduttore. Comando e pilotaggio.

#### *2) Strutture di conversione fondamentali e derivate. [10]*

Compatibilità della commutazione forzata. La cella canonica. Coefficienti di trasferimento e di dimensionamento.

Derivazione di strutture per disposizione dei circuiti elettrici esterni. Convertitori diretti e indiretti. Conversione multiquadrante con singola cella.

Derivazione per composizione di celle canoniche. Ponte alimentato in tensione (VSI). Ponte duale (CSI). Conversione DC/AC. Invertitori polifase VSI.

Deviatore di corrente polifase. Inverter trifase CSI. Conversione diretta AC/AC e indiretta AC/DC/AC.

Strutture

### **Bibliografia**

A. Fratta, Dispense del corso di 'Conversione Statica dell'Energia Elettrica', Dipartimento di Ing. Elettrica Ind., Politecnico di Torino, CLUT 1998.

H. Bühler, 'Convertisseurs Statiques', Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse, 1991.

J.G. Kassakian, M.F. Schlecht, G.C. Verghese, 'Principles of Power Electronics', MIT, Addison-Wesley, USA, 1992.

N. Mohan, T. Undeland, W.P. Robbins, 'Power Electronics: Converters, Applications and Design', Wiley, New York, USA, 1995.

W. Leonhard, 'Control of Electrical Drives', Springer, Berlin, 1985.

## Esame

L'esame fuori dal semestre sarà normalmente svolto con una prova orale della durata approssimativa di un'ora.

L'esame potrà essere sostenuto durante il corso secondo la seguente articolazione: un primo esonero scritto a metà del corso della durata 90 minuti effettivi; un secondo esonero scritto alla fine del corso della durata 90 minuti effettivi; due relazioni scritte di approfondimento su tematiche relative alle esercitazioni effettivamente svolte durante il corso da consegnare secondo le modalità stabilite dal docente, con possibilità di discussione per la seconda relazione in sede di registrazione del voto finale.



# H1060 COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha una sostanziale impronta elettrica, e sviluppa da un lato un approfondimento sulle macchine elettriche volto a individuarne gli aspetti più strettamente applicati a esigenze avanzate di impiego e raccordati con l'evoluzione dei sistemi di alimentazione e controllo, e a delinearne coerentemente itinerari progettuali e criteri costruttivi; d'altro lato costituisce un ampliamento su strutture e tipologie che, al di fuori degli attuali corsi base, solo parzialmente recepiti in taluni corsi specialistici di azionamenti o controlli, hanno peraltro oggi ruoli di rilevante importanza nel panorama elettromeccanico. In accordo con questa impostazione l'interesse prevalente è portato sul macchinario industriale e di trazione.

## **Prerequisiti**

Elettrotecnica I, Macchine Elettriche.

## **Programma**

- Attualità e prospettive dell'elettromeccanica (20 ore)  
Trasformatori (strutture, modelli, connessioni, transitori).  
Inquadramento delle macchine rotanti; approfondimento di tematiche sul loro impiego convenzionale o nelle forme più attuali.
- Introduzione alle tematiche strutturali delle macchine elettriche (10 ore)  
Materiali, tecnologie, organizzazione produttiva. Normative, collaudo e gestione conservativa.
- Dimensionamento preliminare (15 ore)  
Input significativi e loro correzioni. Tipologie normalizzate di costruzione, raffreddamento, installazione. Scelte inerenti il volume attivo.
- Avvolgimenti distribuiti aperti (20 ore)  
Analisi e sintesi di avvolgimenti polifasi a una o più configurazioni.
- Avvolgimenti distribuiti chiusi (15 ore)  
Avvolgimenti semplici e multipli. Commutazione in regime stazionario, deformato, sinusoidale.
- Circuiti magnetici (10 ore)  
Calcoli magnetici e questioni connesse alle strutture magnetiche.
- Esempi di progetto elettrico (10 ore).
- Eventuali argomenti complementari o monografici (5 ore)

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Il corso non presenta una distinzione organica tra lezioni ed esercitazioni; esemplificazioni con partecipazione in vario grado degli allievi vengono amalgamate nel complesso dell'esposizione.

## Bibliografia

Testo di riferimento: note manoscritte fornite dal docente, integrate da documentazione varie pure fornite dal docente.

Testo complementari: al termine del corso viene fornito un elenco, aggiornato annualmente, di un centinaio di testi attinenti direttamente o indirettamente agli argomenti trattati per sviluppi autonomi suggeriti dal corso.

## Esame

Orale.



# H1360      **DISCIPLINA GIURIDICA DELLE ATTIVITÀ TECNICO-INGEGNERISTICHE**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso costituisce una forma istituzionale di approccio alle materie giuridiche per i futuri ingegneri. Accanto alle nozioni istituzionali di carattere generale viene però sviluppato un complesso di nozioni specifiche relative alle attività professionali degli ingegneri, raggiungendovi da tali punti un certo approfondimento specialistico.

## **Programma**

Il programma comprende le principali nozioni circa i concetti di diritto e di Stato, nonché intorno al diritto di famiglia e a quello delle successioni; in forma più ampia ed approfondita si studiano invece i diritti reali e le obbligazioni (con particolare riferimento al contratto di appalto).

In materia di Società viene esaminata con particolare cura la società per azioni. Analoga attenzione è dedicata ai concetti di marchio, azienda, ditta, invenzione industriale. Viene altresì esaminata la tutela dei diritti, con le nozioni fondamentali circa la giurisdizione civile ordinaria e il regime delle prove.

Particolare attenzione è dedicata alla disciplina del fallimento e delle altre procedure concorsuali. Particolare ampiezza è altresì rivolta agli atti amministrativi, alla tutela nei confronti dell'amministrazione pubblica e alla giustizia amministrativa, all'urbanistica, all'edilizia, alla espropriazione per pubblica utilità, all'esecuzione delle opere pubbliche e all'appalto pubblico.

Circa le specifiche attività professionali degli ingegneri, si esaminano le norme e i principi regolanti la redazione dei progetti edilizi e la loro realizzazione (norme sui cementi armati, norme sulle zone sismiche) ed i principi su cui si basano le responsabilità dell'ingegneria all'interno delle grandi imprese, con particolare riferimento ai danni cagionati dal prodotto.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Periti e perizie, responsabilità del progettista e del direttore dei lavori, responsabilità penali dell'ingegnere, norme deontologiche.

## **Bibliografia**

Orusa, Istituzioni di diritto, Torino, Giorgio, 1992.

Orusa, Cicala, Appunti di diritto, Giorgio, 1991.

È consigliato l'acquisto di un codice civile e di un codice amministrativo.

# **H1435    DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE / COSTRUZIONE DI MACCHINE**

Periodo:	3, 4
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Francesco Antonino RAFFA</b> (Costruzione di Macchine), <b>Rita QUENDA</b> (Disegno Tecnico Industriale)

---

## **Presentazione del corso**

Il modulo di Disegno Tecnico Industriale prevede l'insegnamento delle tecniche e delle convenzioni di rappresentazione nel disegno industriale, completo delle specifiche geometriche del prodotto come richiesto dalla normativa.

Il modulo di Costruzione di Macchine si articola nelle seguenti tre parti: Resistenza statica, Calcolo matriciale delle strutture, Elementi di dinamica delle macchine. Sono affrontati alcuni dei problemi relativi al comportamento statico e dinamico delle strutture meccaniche, con l'obiettivo di trasmettere allo studente il linguaggio e le conoscenze di base necessarie per interagire positivamente con l'area della progettazione meccanica industriale.

Il ricevimento degli studenti avviene presso gli uffici dei docenti nell'orario comunicato all'inizio del corso.

## **Prerequisiti**

Modulo di Disegno Tecnico Industriale: conoscenza delle tecniche del disegno geometrico, dei metodi di proiezione: proiezioni ortogonali, proiezioni assonometriche, prospettiche.

Inoltre, per lo svolgimento delle esercitazioni CAD, è richiesta la conoscenza di base del sistema Windows.

Modulo di Costruzione di Macchine: elementi di teoria dell'elasticità, teoria delle travi, vibrazioni di sistemi a un grado di libertà.

## **Programma**

Modulo di Disegno Tecnico Industriale: Convenzioni del disegno tecnico nella rappresentazione di elementi, indicazione delle specifiche geometriche e dimensionali dei prodotti, esame e impiego di elementi unificati nel disegno di gruppi.

Modulo di Costruzione di Macchine: Resistenza statica (stato delle tensioni e delle deformazioni, ipotesi di rottura, calcolo di resistenza dei dischi rotanti), Calcolo matriciale delle strutture (elementi finiti monodimensionali), Elementi di dinamica delle macchine (vibrazioni libere e forzate di sistemi a  $n$  gradi di libertà, velocità critiche flessionali degli alberi rotanti, metodi di soluzione).

**PRINCIPI DI DISEGNO TECNICO -RESISTENZA STATICA E A FATICA**

Normazione, sistemi di proiezione, convenzioni, sezioni, quotatura di elementi meccanici. Studio delle tolleranze dimensionali e geometriche. Stato delle tensioni, tensioni principali, ipotesi di rottura; resistenza a fatica dei materiali, concentrazione delle tensioni, danneggiamento cumulativo.



DISEGNO DI ELEMENTI DI MACCHINE - ELEMENTI DI DINAMICA DELLE MACCHINE  
Applicazione delle tolleranze dimensionali e geometriche. Studio e rappresentazione di elementi filettati, elementi di collegamento, alberi scanalati, ruote dentate, cuscinetti e relativi dispositivi di bloccaggio.

Calcolo di resistenza dei dischi rotanti. Vibrazioni libere e forzate di sistemi discreti a molti gradi di libertà, velocità critiche flessionali, oscillazioni torsionali degli alberi; tecniche di soluzione (metodo di Stodola, metodi delle matrici di trasferimento.)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Modulo di Disegno Tecnico Industriale: le esercitazioni sono tenute parte in aula, parte presso il Laboratorio Informatico di Base; queste ultime prevedono l'uso di software CAD. Oggetto delle esercitazioni sono particolari di impiego industriale rappresentati completi di specifiche geometriche e dimensionali.

Modulo di Costruzione di Macchine: le esercitazioni sono svolte in aula e consistono nell'applicazione dei vari metodi illustrati a lezione al calcolo della resistenza statica e della risposta dinamica, libera e forzata, di semplici strutture meccaniche (soprattutto alberi).

### **Bibliografia**

Modulo di Disegno Tecnico Industriale: Manuale UNI M1, Norme per il disegno tecnico, voll. I -II , 2001- Centro Estero Camere Commercio Piemontesi, Via Ventimiglia 165 -10127 Torino.

Fascicolo fotocopie di modelli per esercitazioni, a disposizione degli allievi durante le lezioni.

Modulo di Costruzione di Macchine: sono disponibili fotocopie di appunti del docente per molti degli argomenti trattati; sono inoltre fornite specifiche indicazioni bibliografiche per ciascuna delle singole parti in cui il modulo risulta articolato.

### **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale.

# HA170    **DISTRIBUZIONE E UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di approfondire le conoscenze dello studente sui principali componenti degli impianti di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica, considerati nella loro costruzione, applicazione e funzionamento, in condizioni ordinarie e anomale. Esso è particolarmente consigliato ai futuri ingegneri che intendano operare in attività di progettazione di impianti elettrici di potenza e di progettazione, costruzione e verifica di componenti elettromeccanici di circuiti e impianti elettrici.

## **Prerequisiti**

Nozioni propedeutiche: nozioni di base relative agli impianti elettrici, alla fisica tecnica e alle macchine elettriche.

## **Programma**

### *Componenti degli impianti e sovracorrenti*

Ruolo degli apparecchi di interruzione negli impianti di distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica. Sovracorrenti.

### *Corrente di cortocircuito*

Componente simmetrica ed unidirezionale. Picco massimo della corrente di cortocircuito e sua dipendenza dall'istante iniziale del guasto. Trattazione analitica ed esempi applicativi. Cortocircuito ai terminali di un generatore sincrono. Contributo dei motori asincroni alla corrente di cortocircuito. Esempi applicativi e procedimenti di calcolo secondo le norme CEI e IEC.

### *Sollecitazioni termiche.*

Trasmissione di calore negli apparecchi elettrici per conduzione, convezione e irraggiamento. Campo di temperatura. Riscaldamento di conduttori a sezione costante. Costante di tempo al variare della densità di corrente. Corrente critica. Conduttori connessi a un apparecchio elettrico: effetto dei terminali sulla temperatura. Riscaldamento di un conduttore in un tratto di sezione ridotta. Gradiente di temperatura e potenza trasmessa al conduttore. Riscaldamento di conduttori sottoposti ad arco elettrico. Riscaldamento di conduttori isolati e delle bobine degli apparecchi elettrici. Riscaldamento di conduttori con carico intermittente. Durata di vita dei cavi elettrici. Conduttori in condizioni di cortocircuito. Integrale di Joule.

### *Sollecitazioni elettrodinamiche*

Forze elettrodinamiche agenti tra conduttori complanari non paralleli. Forze agenti tra conduttori paralleli. Forza di attrazione tra una parete ferromagnetica e un conduttore. Forze agenti su conduttori disposti ad angolo retto e ad U. Forze agenti su un conduttore circolare.

### *Interruzione di correnti continue e alternate.*

Generalità sull'arco elettrico. Interruzione di correnti continue in circuiti di diversa natura. Sovratensione all'interruzione e sua riduzione. Interruttori rapidi per corrente



continua. Interruzione di correnti alternate in circuiti di diversa natura. Tensione transitoria di ritorno (TTR) e alla frequenza di alimentazione. Frequenza propria del circuito senza e con smorzamento. Resistenza critica. Fattore di ampiezza e fattore gamma. TTR e reinnesco dell'arco elettrico. Influenza della corrente di post-arco sul reinnesco dell'arco. La tensione transitoria di ritorno nella normativa del CEI e della IEC. Rappresentazione della TTR mediante i metodi dei due e dei quattro parametri. Interruzione di correnti in circuiti trifase. Diagrammi della corrente, della tensione e della TTR.

#### *Apparecchi di protezione contro le sovracorrenti*

Interruttori a pieno volume d'olio e a olio ridotto. Interruttori in aria compressa e SF<sub>6</sub>. Interruttori magnetici e in vuoto. Condizioni di funzionamento degli interruttori particolarmente severe. Cenni sull'interruzione di piccole correnti induttive con strappamento di corrente. Sovratensione. Interruzione di correnti capacitive. Tensione di ritorno. Sovratensione in caso di ripetuti reineschi d'arco. Interruzione in discordanza di fase. Rapporto  $r$  tra corrente di circolazione e di cortocircuito. TTR ai terminali dell'interruttore della corrente di circolazione e di quello di cortocircuito. TTR e fattore di ampiezza nell'interruzione in opposizione di fase. Interruzione nei circuiti con neutro connesso a terra e in quelli con neutro isolato.

Sganciatori. Corrente di regolazione. Caratteristiche di intervento e di integrale di Joule di interruttori automatici per impianti industriali, domestici e similari. Correnti convenzionali di intervento e di non intervento. Poteri di chiusura e di interruzione nominali di interruttori automatici. Potere di interruzione estremo e di servizio.

Selettività. Categorie di utilizzazione A e B degli interruttori automatici. Corrente di breve durata ammissibile nominale. Contattori: costituzione e caratteristiche.

Coordinamento con i dispositivi di protezione contro il cortocircuito. Caratteristiche di fusibili e interruttori limitatori. Protezione delle condutture. Protezione dei circuiti per l'alimentazione di motori.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni di calcolo relative agli argomenti trattati nelle lezioni.

Esercitazioni pratiche svolte nei laboratori di cortocircuito dell'IEN "Galileo Ferraris".

## **Bibliografia**

Testo di riferimento: Appunti dalle lezioni.

Testi ausiliari, per approfondimenti: Normativa nazionale ed internazionale.

## **Esame**

Orale.

# R1460 ECONOMIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Giovanni BADINO

---

## **Presentazione del corso**

Scopo del corso è quello di fornire al futuro ingegnere sia le conoscenze fondamentali per la comprensione degli eventi economici connessi con l'ambiente in cui dovrà operare, sia gli strumenti necessari per affrontare e risolvere i problemi di carattere economico-gestionale tipici della sua professione.

Le due parti (A) e (B) in cui è suddiviso il programma, di seguito riportate, sono presentate nel corso in modo integrato e, cronologicamente, in parallelo: in particolare la parte B, riguarda gli strumenti operativi ed i metodi di gestione che vengono applicati nelle "esercitazioni".

## **Programma**

### *Parte A*

Introduzione. Organizzazione, contenuto ed obiettivi del corso. I concetti fondamentali dell'economia. I rapporti tra economia ed ingegneria.

Cenni sull'evoluzione del pensiero economico. I grandi temi dell'economia. Origine e sviluppo dei problemi di economia dell'ambiente.

Produzione ed economia nazionale. Il sistema economico nazionale. Il ruolo della produzione dell'impresa. Flusso dei beni e dei redditi. La contabilità dello Stato. Significato economico dell'import-export.

Il mercato. Generalità. Caratteristiche di domanda ed offerta. Mercato perfettamente concorrenziale e mercati reali.

La moneta. Cenni storici. Tipi di moneta: legale; bancaria; privata. Il controllo della moneta e del credito. Mercato monetario e mercato valutario.

L'impresa: contesto giuridico ed economico. Contesto giuridico: tipi di impresa; le società commerciali; la società per azioni. Contesto economico: la retribuzione dei fattori della produzione; schema semplificato di bilancio.

La gestione aziendale. Generalità. Struttura ed organizzazione. Le funzioni aziendali. La contabilità generale.

I costi di produzione. I costi aziendali. La contabilità industriale. I centri di costo. L'analisi di "break-even". Cenni alla teoria dei costi. Il controllo di gestione.

La qualità nell'organizzazione aziendale. Sistemi di qualità e certificazione; il costo della qualità.

Sistema fiscale e lavoro. Il prelievo dello Stato sulla produzione. Imposte, tasse e contributi sociali. Il lavoro ed il suo costo.

Contratti di lavoro collettivi. Statuto dei lavoratori. Retribuzioni ed oneri sociali.

Finanziamenti ed investimenti. Il finanziamento delle imprese: obbligazioni; mutui; leasing; credito commerciale diretto e credito bancario. La valutazione degli investimenti.

Economia ed ambiente. Teoria economica e problemi ambientali. Costi ambientali: internalizzazione delle esternalità. La gestione delle risorse naturali non rinnovabili. I principi dell'economia ecologica. Lo sviluppo sostenibile ed i suoi strumenti.



## Parte B

Analisi e rappresentazione di dati economici. I numeri indici. Statistica descrittiva. Elementi di matematica finanziaria. Interesse, capitalizzazione, sconto; equivalenza economica; modalità di restituzione dei prestiti.

Il deperimento dei beni strumentali e la sua contabilizzazione. Ammortamenti.

Il bilancio d'impresa. Stato patrimoniale e conto economico. L'analisi di bilancio mediante indici.

I costi di produzione.

Economia e Qualità. Distribuzioni di probabilità per il controllo statistico di qualità.

Scelta e valutazione degli investimenti industriali.

Tecniche speciali di gestione economica. Modelli analitici per la risoluzione di problemi deterministici: gestione degli approvvigionamenti; programmazione lineare; coordinamento e programmazione dei lavori (PERT e GANTT).

Stime, valutazione del rischio e incertezza. I problemi di stima negli studi economici.

Le stime ed il processo decisionale.

Le decisioni in condizioni di rischio e di incertezza.

Interpretazioni di dati energetici. Energy Management.

Nuovi strumenti di gestione economico-ambientale della produzione: le tecniche LCA (Life Cycle Assessment), ecobilanci; audit-ambientale.

## Bibliografia

Testi di riferimento

G.J. Thuesen, K.J. Fabrycky, *Economia per Ingegneri*, Il Mulino, 1994.

D. Zanobetti, *Economia dell'ingegneria*, Patron.

Testi ausiliari

G. Bellandi, *Economia e gestione dell'impresa*, UTET, Torino.

M. Bresso, *Per un'economia ecologica*, NIS, Roma, 1993.

## Esame

Per sostenere l'esame occorre:

1. prenotarsi almeno 8 giorni prima della data dell'appello;
2. consegnare la ricerca personale assegnata (l'assegnazione della ricerca avviene entro il secondo mese dall'inizio del corso, su tema concordato con ciascuno studente);
3. rendere disponibili nel giorno dell'esame scritto le esercitazioni scritte svolte durante il corso.

La prova d'esame consiste in una prova scritta nell'ora e nel giorno indicati per l'appello più una prova orale da sostenere dopo l'esito positivo della prova scritta. La prova orale comprende la discussione della ricerca personale.

# MA390 ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE DEI SERVIZI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Giuseppe CATALANO

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di analizzare, sia dal punto di vista teorico che nell'ambito di studi specifici di settore, alcune situazioni tipiche in cui si verificano fallimenti del mercato che giustificano l'intervento pubblico nell'economia.

Nel primo modulo sono analizzate alcune tematiche proprie dell'economia pubblica (beni pubblici, beni meritori, esternalità, problema del free-rider, ecc.), alcune peculiari forme di mercato e le ragioni teoriche delle politiche di sviluppo della concorrenza. Nel secondo modulo sono discusse le principali linee di riforma dell'intervento pubblico nell'economia nella recente esperienza italiana, con particolare riferimento al processo di risanamento della finanza pubblica, alla politica economica e di finanziamento dell'Unione Europea ed allo sviluppo di politiche pro-concorrenziali e di regolamentazione nell'istruzione universitaria, nel settore elettrico e nelle telecomunicazioni.

## **Prerequisiti**

Economia Politica ed Economia ed Organizzazione Aziendale I e II.

## **Programma**

### FORME DI MERCATO ED INTERVENTO PUBBLICO

#### 1. Alla ricerca delle motivazioni dell'intervento pubblico

L'economia del settore pubblico. Le funzioni, l'organizzazione e le attività del settore pubblico. Cenni alle teorie della finanza pubblica. I beni pubblici e i beni meritori. Le esternalità e gli strumenti di intervento. Il problema del free-rider.

#### 2. Economia dell'informazione

Le asimmetrie informative: problemi di azzardo morale e selezione avversa. Contratti ottimi, segnalazione e selezione.

#### 3. Equilibrio economico generale ed economia del benessere

I vantaggi dello scambio. L'equilibrio competitivo. Efficienza e Pareto ottimalità. L'economia del benessere.

#### 4. Forme di mercato imperfette

Il monopolio. La discriminazione dei prezzi. La concorrenza monopolistica. Oligopolio ed interazione strategica.

#### 5. Politiche per la concorrenza

Le ragioni teoriche delle politiche di tutela della concorrenza. Produzione pubblica, regolamentazione ed efficienza. Le imprese pubbliche e le tariffe. La regolamentazione dei prezzi e della qualità.

### LA RIFORMA DELL'INTERVENTO PUBBLICO NELLA RECENTE ESPERIENZA ITALIANA

#### 1. La finanza pubblica italiana

La definizione dei soggetti dell'attività finanziaria pubblica. Il conto consolidato delle amministrazioni pubbliche. Alcune caratteristiche generali della finanza pubblica italiana: la struttura delle entrate, la composizione delle spese. Il processo di risanamento nella prospettiva dell'Unione Monetaria.



2. La politica economica nell'Unione Monetaria e il finanziamento dell'Unione Europea. Le regole del Patto di stabilità e sviluppo. Costi e benefici della moneta unica. Le ragioni economiche e politiche del Patto di stabilità e sviluppo. Razionalità del vincolo del bilancio in pareggio. Il finanziamento dell'Unione Europea, risorse proprie, compartecipazione al gettito dell'Iva, contributo sul Pil. La spesa dell'Unione europea.

3. L'istruzione universitaria: finanziamenti, competizione ed efficienza gestionale. Il processo produttivo e di suoi costi. Le ragioni dell'intervento pubblico. Il finanziamento del sistema universitario in Italia tra pubblico e privato: gli effetti distributivi. Le prime applicazioni della tecnica dei costi standard per il riparto delle risorse tra gli atenei. La competizione amministrata e la regolazione del sistema universitario.

4. Privatizzazione e politiche per la concorrenza

Il processo di privatizzazione. Le politiche antitrust e per lo sviluppo della concorrenza: le intese, l'abuso di posizione dominante, le operazioni di concertazione.

5. Il settore elettrico tra privatizzazione e concorrenza

L'attuale struttura industriale del settore elettrico, l'efficienza produttiva dell'Enel, le modalità di definizione dei prezzi e delle tariffe. La riforma del settore elettrico: quale configurazione industriale efficiente. Il paradosso della privatizzazione. L'Autorità per l'energia: prospettive di regolamentazione del prezzo e della qualità.

6. Regolazione e concorrenza nelle telecomunicazioni

(a cura del dott. Carlo Cambini)

Il processo produttivo e le caratteristiche del mercato. Le ragioni e le modalità dell'intervento pubblico. Il problema dell'interconnessione e del servizio universale. Alcuni scenari: il caso inglese e la politica comunitaria. L'Autorità della Garanzie nelle Comunicazioni: ruolo e compiti. Alcuni provvedimenti principali. Il caso italiano: evoluzione del mercato ed attuale contesto. Confronto tra teoria economica e contesto istituzionale italiano.

## **Bibliografia**

Per la parte generale:

P. Bosi, Corso di scienza delle finanze, Bologna, Il Mulino, 2000, capp.1-2-4-11-12.

P. Milgrom e J. Roberts, Economia, organizzazione e management, Bologna, Il Mulino-Prentice Hall International, 1994, capp.VVI.

Ninni e F. Silva (a cura di), La politica industriale, Bari, Laterza, Introduzione, capp. 1-2-3.

Per gli studi di settore:

G. Catalano et al., Chi paga l'istruzione universitaria?, FrancoAngeli, Milano, 1993 (capp.1-2).

G. Catalano e P. Silvestri, 'Regolazione e competizione nel sistema universitario. Effetti e problemi del nuovo sistema di finanziamento', in D. Fabbri e G. Fiorentini, Regolamentazione e finanziamento dei servizi pubblici, Roma, Carocci Editore, 1999.

H. Hansmann, 'Proprietà e concorrenza nell'istruzione universitaria', in Mercato, concorrenza, regole, n. 3, 1999.

M. Polo e C. Scarpa, 'La riforma del settore elettrico in Italia. Una privatizzazione al buio?', in Fabrizio Galimberti et al. (a cura di), Le nuove frontiere della politica economica 1996, Milano, Il Sole 24 Ore libri.

C. Scarpa, 'Chi ha paura della concorrenza nel settore elettrico?', in Mercato, concorrenza, regole, n. 1, 1999

C. Testa, 'Non sparate su Bersani', in Mercato, concorrenza, regole, n. 2, 1999.

A. D'Orazio, 'Le politiche di regolamentazione: il caso del settore telecomunicazioni', in A. Ninni e F. Silva (a cura di), La politica industriale, Bari, Laterza, 1997.

P. Ravazzi e T. Valletti, 'Le telecomunicazioni in Gran Bretagna', in *Politica Economica*, n. 3, 1999.

Per i richiami di microeconomia:

R. Frank, *Microeconomia*, Milano, McGraw Hill Libri Italia, 1992 o H. R. Varian, *Microeconomia*, Venezia Cafoscarina, 1990.

## Esame

E' prevista una prova scritta valutata in ventesimi e per l'ammissione all'orale è necessario riportare almeno 14/20. La prova scritta è articolata in esercizi di microeconomia e in domande legate agli aspetti teorici ed istituzionali del corso. Lo studente può partecipare a tutte le prove scritte di ciascuna sessione, ma la consegna dell'elaborato comporta la perdita del voto precedentemente conseguito.

La prova orale, valutata in decimi, può essere sostenuta nella stessa sessione (preferibilmente) o in quella successiva. La prova orale si intende superata con il punteggio di almeno 6/10. Il mancato superamento della prova orale non comporta la perdita del voto riportato nella prova scritta.

Il voto finale dell'esame è determinato dalla somma dei voti riportati nella prova scritta ed in quella orale.

Al termine della prima fase delle lezioni si terrà una prova scritta sugli argomenti del primo modulo. Al termine del corso si terrà una prova scritta sul secondo modulo del corso per coloro che hanno già superato positivamente la prima. Per gli altri studenti le prove verteranno sull'intero programma del corso.

Il docente renderà disponibili, nell'ambito del corso, le fotocopie dei lucidi utilizzati per le lezioni ed alcuni esempi illustrativi delle caratteristiche e dei contenuti della prova scritta.



# 01ASR ELEMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE (r)

Periodo: 2  
Crediti: 5  
Precedenze obbligatorie:  
Docente: da nominare

---

## Bibliografia

Per la parte generale:

- R. Belli, *Teoria di calcolo delle funzioni*, Bologna, Il Mulino, 2000, capp. 1, 7, 4, 10-12.  
W. Burgelman e J. Galletta, *Intelligenza, organizzazione e management*, Bologna, Il Mulino, *Principi dell'informatica*, n. 9, 1999, pag. 114.  
G. De Luca, *La cultura della politica industriale*, Bari, Laterza, *Introduzione*, cap. 1, 1997.  
S. Galletta, *Intelligenza*.  
G. Galletta et al., *Chi cosa? Intelligenza organizzativa?*, FrancoAngeli, Milano, 1999, cap. 1-4.  
E. Cattaneo e F. Olivetti, *Organizzazione e comportamento del sistema amministrativo*, Milano e archiviati del gruppo sistema di management, in D. Fabiani e G. Fioravanti, *Organizzazione e comportamento del sistema pubblico*, Roma, Carocci Editore, 1999.  
E. Galletta, *Proprietà e caratteristiche dell'intelligenza organizzativa*, in *Intelligenza organizzativa*, cap. 1, 1999.  
M. Hill e C. Smircic, *La riforma del sistema sanitario in Italia. Una prospettiva di lungo periodo*, in *Intelligenza organizzativa*, in *Intelligenza organizzativa*, cap. 1, 1999.  
G. Galletta, *Chi cosa? Intelligenza organizzativa? Intelligenza*, in *Intelligenza organizzativa*, cap. 1, 1999.  
C. Galletta, *Intelligenza organizzativa*, in *Intelligenza organizzativa*, cap. 1, 1999.  
A. Galletta, *Intelligenza organizzativa*, in *Intelligenza organizzativa*, cap. 1, 1999.  
A. Galletta e F. Galletta in cura di, *La politica industriale*, Bari, Laterza, 1997.

# HA410 ELETTRONICA

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Franco MUSSINO</b> (Dip. di Elettronica tel 011/5644050) e-mail MUSSINO@POLITO.IT, orario ricevimento Ven. 10.30-12.30

---

## Presentazione del corso

Il corso tratta delle applicazioni dei circuiti elettronici analogici e digitali. Dopo aver esaminato i componenti elettronici fondamentali, passivi ed attivi, viene sviluppata l'analisi e la progettazione di circuiti elettronici analogici elementari e complessi, fino all'esame della stabilità di sistemi elettronici controeazionati ed ai criteri di stabilizzazione. Viene sviluppato anche lo studio degli oscillatori e degli amplificatori di potenza. Infine vengono analizzati i fondamentali circuiti logici combinatori (porte logiche) e sequenziali (Flip-flop, contatori, registri a scorrimento, convertitori A/D, ecc.) con varie tecnologie (TTL, MOS, C-MOS).

## Prerequisiti

Elettrotecnica.

## Programma

- Esame dei componenti passivi: resistenze, condensatori ed induttanze. I componenti attivi: esame dei fenomeni di conduzione e diffusione nei semiconduttori; la giunzione p-n: caratteristica del diodo; modelli del diodo; il diodo Zener; circuiti limitatori, sfioratori e raddrizzatori.
- Il transistor bipolare BJT (npn e pnp): principio di funzionamento; modello di Ebers-Moll; caratteristiche a base comune ed emettitore comune; valori limite per l'uso come amplificatore. Determinazione del punto di funzionamento del transistor BJT sulle caratteristiche e sua scelta in base al tipo di accoppiamento al carico. Circuito equivalente in continua. Circuiti di autopolarizzazione e con specchio di corrente (Widlar, Wilson, ecc.). Comportamento del transistor BJT in condizioni dinamiche; modello per piccoli segnali; parametri  $h$  e circuito equivalente a  $p$  con deduzione del valore dei parametri dalle caratteristiche.
- Il transistor JFET: principio di funzionamento e caratteristiche. Il transistor MOS a canale indotto e preformato. Calcolo del punto di funzionamento sulle caratteristiche. Circuito equivalente per il piccolo segnale e determinazione del valore dei parametri.
- Stabilità termica dei circuiti con transistori BJT: fuga termica; criteri per la stabilizzazione ed il calcolo del dissipatore termico. Analogia elettrotermica.
- Calcolo delle amplificazioni e delle impedenze d'entrata e d'uscita di singoli stadi con transistori BJT e JFET, nelle varie possibili configurazioni. L'amplificatore differenziale con transistori BJT e JFET. L'amplificatore operazionale: comportamento ideale e reale.
- Studio della risposta in frequenza di amplificatori monostadio e multistadio; espressioni analitiche e tracciamento dei diagrammi di Bode (modulo e fase). Risposta all'onda quadra e legami con la risposta in frequenza.



- Sistemi con reazione. Esame delle situazioni tipiche per il prelievo e l'iniezione dei segnali; esame dei principali vantaggi e dei criteri di stabilità: metodi di compensazione in caso di instabilità. Risposta in frequenza e nel tempo dei sistemi di II ordine. Gli oscillatori: criteri di Barkausen ed esame dei principali tipi di oscillatori sinusoidali.
- Sistemi di potenza. Regolatori e stabilizzatori di tensione lineari ed a commutazione (principio di funzionamento). Amplificatori di potenza in classe A e B: calcolo del rendimento e delle potenze dissipate dai transistori. Dimensionamento dei dissipatori.
- Sistemi digitali. Richiami dei fondamenti di algebra booleana e delle funzioni logiche. I livelli logici ed il margine di rumore. Funzionamento delle porte logiche fondamentali (NAND e NOR) con tecnologie varie (MOS, C-MOS, TTL, ECL). Circuiti bistabili (Flip-flop: SR e JK); esempi di impiego. Registri a scorrimento e contatori (sincroni e asincroni, binari e decadici). Contatori programmabili. Array logici, FPLA, PAL, PROM, EPROM, ecc.. Convertitori A/D.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

### **ESERCITAZIONI IN AULA**

- Richiami di elettrotecnica e calcolo di impedenze e di funzioni di trasferimento di reti elettriche semplici. Richiami del metodo dei nodi ed applicazioni.
- Calcolo del punto di funzionamento di circuito con diodo e comportamento dinamico. Calcolo di verifica e di progetto di circuiti raddrizzatori. Stabilizzatore con diodo Zener.
- Calcolo del punto di funzionamento a riposo di circuiti con uno o più transistori BJT e JFET. Calcolo dei coefficienti di stabilità per le variazioni termiche.
- Calcolo dell'amplificazione e delle impedenze relative a circuiti con uno o più transistori BJT e FET. Amplificatore cascode.
- Calcolo della risposta in frequenza di transistori BJT in configurazione CE e CC. Risposta di transistori JFET.
- Risposta all'onda quadra di circuiti RC. Risposta di amplificatore con transistoro BJT con gruppo RC sull'emettitore. Frequenza di taglio superiore di amplificatori con uno o più transistori con metodi vari (nodi, DPI, Miller).
- Calcolo della risposta in frequenza e dell'errore di amplificazione di circuiti con amplificatori operazionali (OA). Off-set e reiezione di modo comune di amplificatori operazionali.
- Calcolo dell'amplificazione e dell'impedenza d'entrata e d'uscita di circuiti controreazionati con metodi vari (nodi, DPI, A e b). Esame della stabilità di amplificatore controreazionato e stabilizzazione con criterio del polo dominante. Risposta di sistema del II ordine.
- Calcolo di circuito stabilizzatore di tensione. Calcolo di dissipatori di potenza.
- Calcolo di resistenza di pull-up, di interfacciamento fra TTL e MOS, di interfacciamento con relais e LED. Dimostrazione del funzionamento di circuiti sequenziali e contatori. Convertitore A/D.

### **ESERCITAZIONI (ASSISTITE) IN LABORATORIO:**

- Introduzione all'uso dei simulatori di circuiti elettronici (SPICE e PSPICE)
- Esercizi con circuiti vari per la verifica dei calcoli eseguiti a mano. Tracciamento della risposta in frequenza e del comportamento dinamico.

## Bibliografia

### TESTO DI RIFERIMENTO

Millman e Grabel - Microelectronics - Second edition - McGraw-Hill (esiste la traduzione in italiano)

### TESTI AUSILIARI (per approfondimenti)

- Sedra-Smith - Circuiti per la microelettronica - Edizioni Ingegneria 2000.
- E. Perano - Circuiti elettronici - Teoria ed esercizi - CLU.
- A. Lacaïta, M. Sampietro - Circuiti elettronici - Città Studi.
- S. Franco - Amplificatori operazionali e Circuiti integrati analogici - Hoepli.
- M. Biey - Spice e Pspice - Introduzione all'uso - CLUT.
- Savant, Roden, Carpenter - Electronic Design - Circuits and systems - Second edition - The Benjamin/Cummings Publishing Company., Inc.
- V. Pozzolo, Caratteristiche di componenti elettronici, Celid.

## Esame

Prova scritta (3 ore) ed orale.



# H1770 ELETTRONICA INDUSTRIALE DI POTENZA

Periodo: 1

Crediti: 10

Precedenze obbligatorie:

Docente: Franco VILLATA

---

## **Presentazione del corso**

Il corso, a carattere applicativo, tratta i principali problemi posti dalla conversione statica alternata-continua, con particolare attenzione alle applicazioni destinate alla realizzazione di alimentatori, di azionamenti in continua, o del primo stadio di convertitori alternata-alternata.

Vi sono analizzate le principali strutture di conversione, per le quali sono trattate le sollecitazioni lato alternata, i problemi del dimensionamento termico, i filtri di potenza in uscita, il dimensionamento di massima dei componenti elettromagnetici. Sono inoltre descritte le principali architetture dei circuiti di regolazione ed i trasduttori di tensione e di corrente di più frequente impiego.

Particolare rilievo è dato agli aspetti energetici ed ai problemi posti dalla gestione di potenze anche rilevanti, promuovendo la formazione di una "mentalità" orientata alla potenza.

## **Prerequisiti**

Elettrotecnica ed Elettronica Applicata.

## **Programma**

*Strutture di Conversione non controllata monofase [8 ore]*

- Generalità

Diodo a semiconduttore

Analisi del funzionamento di reti contenenti diodi

- Strutture monofasi

Convertitore semionda monofase

Convertitore controfase

Convertitore a ponte monofase

*Componenti elettromagnetici e filtri di potenza [13 ore]*

- Trasformatore di alimentazione

Richiami sul funzionamento del trasformatore

Potenza di dimensionamento di un trasformatore

Dipendenza dalle dimensioni dei parametri del trasformatore

- Filtri di potenza

Filtro induttivo

Filtro capacitivo

Filtro L C

Circuito equivalente macchina a corrente continua

- Problemi di progetto dei componenti reattivi

Parametri di un condensatore elettrolitico per filtri

Dimensionamento di massima di una induttanza

Dimensionamento di massima di un trasformatore monofase

*Diodi controllati e circuiti di innesco [7 ore]*

Diodi controllati

Costituzione fisica

Caratteristiche esterne

Tipi costruttivi

Circuiti impulsatori e trasformatori per impulsi

*Strutture di conversione controllata monofase [11 ore]*

Convertitore controfase

Doppio controfase antiparallelo

Ponte monofase semicontrollato

Ponte monofase controllato

*Strutture di conversione controllata trifase [11 ore]*

Semionda trifase

Ponte trifase

Commutazione e problemi connessi [4 ore]

*Dimensionamento termico delle strutture [5 ore]*

Modelli termici

Dimensionamento termico di massima

Dissipatori

*Protezioni [9 ore]*

- Protezioni da sovraccarichi:

Interruttori extrarapidi e fusibili

Condizionamenti al progetto termico

- Sovratensioni:

Principali cause

Protezioni più usate

*Sistemi di regolazione [8 ore]*

Generalità sulle strutture di regolazione

Sfasatori

Regolazione ad anelli separati

Regolazione ad anelli in cascata

Doppio controllo armatura eccitazione

Regolatore per doppio convertitore antiparallelo

*Trasduttori [4 ore]*

Trasduttore di tensione quasi isolato

Trasduttori di corrente ad effetto Hall

Trasduttori di corrente che impiegano TA

Reattori saturabili

TA ad impulsi

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni consistono nella applicazione dei metodi e delle nozioni fornite nelle lezioni per l'analisi del funzionamento od il dimensionamento di convertitori alternata-continua. Esse saranno svolte parte in aula, parte nel laboratorio informatico del Dipartimento di Ingegneria Elettrica.

I laboratori consistono nell'analisi del funzionamento di sistemi di conversione con visualizzazione delle forme d'onda di tensione e di corrente più significative: Essi saranno svolti presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Elettrica.



# H1792 ELETTROTECNICA II

Periodo: 2

Crediti: 10

Precedenze obbligatorie:

Docente: **Michele TARTAGLIA** (orario di ricevimento mercoledì dalle ore 9 alle ore 10,30 nel corso del semestre, da concordare con la Segreteria studenti del Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale in altri periodi)

---

## Programma

### *Linee elettriche*

Introduzione alle linee elettriche ed equazioni dei telegrafisti. Andamento temporale di tensioni e correnti sulle linee; caso di linee senza perdite e condizioni di Heaviside. Applicazioni ai transitori sulle linee: alimentazione di una linea a vuoto, alimentazione di una linea chiusa su carico resistivo, induttivo e capacitivo; transitori su linee collegate in cascata.

Linee a regime sinusoidale, caso di linea di lunghezza infinita e di linea di lunghezza finita chiusa su bipolo passivo.

Metodo delle onde dirette e riflesse, carta di Smith, effetto Ferranti.

Potenze in entrata ed uscita da una linea, considerazioni sulle perdite e sulla regolazione della tensione.

Linee multiconduttori, cenni introduttivi.

### *Introduzione ai campi*

Richiami sugli operatori differenziali del primo ordine gradiente, divergenza e rotore; classificazione di campi irrotazionali, solenoidali, armonici e qualsiasi. Teorema di Stokes e della divergenza. Introduzione del potenziale scalar  $e$ , vettore  $e$  e di entrambi nei casi irrotazionale, solenoidale e qualsiasi. Richiami sugli operatori del secondo ordine. Formule di Green. Problemi di Laplace e Poisson Condizioni al contorno. Sistemi di coordinate. Metodo di separazione delle variabili per le equazioni di Laplace.

### *Campi elettrostatici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva. Materiali conduttori e materiali isolanti. Campi prodotti da cariche puntiformi. Principio di metallizzazione delle superfici equipotenziali. Principio delle immagini. Spinterometro a sfere. Campi prodotti da distribuzioni lineari di cariche di lunghezza finita e non. Capacità di condensatori cilindrici in varie configurazioni geometriche con assi paralleli. Sistemi multiconduttori. Capacità di esercizio di linee trifasi in cavo ed aeree. Campi elettrici generati nei pressi delle linee.

### *Campi di corrente statici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva. Analogie con i campi elettrostatici. Caso di dispersori sferici e lineari; resistenz a di terra, di passo e di contatto. Effetti di prossimità di dispersori.

### *Campi magnetostatici*

Equazioni del campo ed equazione costituiva; legge della circuitazione magnetica e dei flussi magnetici. Introduzione del potenziale vettore e legge di Biot e Savart. Formula di Neumann. Caso di conduttori rettilinei. Matrice delle induttanze. Circuiti magnetici nell'ipotesi di linearità (matrice delle induttanze). Cenni ai casi non lineari. I magneti permanenti.

# H1792 ELETTROTECA II

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Michele TARTAGLIA</b> (orario di ricevimento mercoledì dalle ore 9 alle ore 10,30 nel corso del semestre, da concordare con la Segreteria studenti del Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale in altri periodi)

---

## Programma

### *Linee elettriche*

Introduzione alle linee elettriche ed equazioni dei telegrafisti. Andamento temporale di tensioni e correnti sulle linee; caso di linee senza perdite e condizioni di Heaviside. Applicazioni ai transitori sulle linee: alimentazione di una linea a vuoto, alimentazione di una linea chiusa su carico resistivo, induttivo e capacitivo; transitori su linee collegate in cascata.

Linee a regime sinusoidale, caso di linea di lunghezza infinita e di linea di lunghezza finita chiusa su bipolo passivo.

Metodo delle onde dirette e riflesse, carta di Smith, effetto Ferranti.

Potenze in entrata ed uscita da una linea, considerazioni sulle perdite e sulla regolazione della tensione.

Linee multiconduttori, cenni introduttivi.

### *Introduzione ai campi*

Richiami sugli operatori differenziali del primo ordine gradiente, divergenza e rotore; classificazione di campi irrotazionali, solenoidali, armonici e qualsiasi. Teorema di Stokes e della divergenza. Introduzione del potenziale scalar  $e$ , vettore  $e$  e di entrambi nei casi irrotazionale, solenoidale e qualsiasi. Richiami sugli operatori del secondo ordine. Formule di Green. Problemi di Laplace e Poisson Condizioni al contorno. Sistemi di coordinate. Metodo di separazione delle variabili per le equazioni di Laplace.

### *Campi elettrostatici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva. Materiali conduttori e materiali isolanti. Campi prodotti da cariche puntiformi. Principio di metallizzazione delle superfici equipotenziali. Principio delle immagini. Spinterometro a sfere. Campi prodotti da distribuzioni lineari di cariche di lunghezza finita e non. Capacità di condensatori cilindrici in varie configurazioni geometriche con assi paralleli. Sistemi multiconduttori. Capacità di esercizio di linee trifasi in cavo ed aeree. Campi elettrici generati nei pressi delle linee.

### *Campi di corrente statici*

Equazioni del campo ed equazione costitutiva. Analogie con i campi elettrostatici. Caso di dispersori sferici e lineari; resistenz a di terra, di passo e di contatto. Effetti di prossimità di dispersori.

### *Campi magnetostatici*

Equazioni del campo ed equazione costituiva; legge della circuitazione magnetica e dei flussi magnetici. Introduzione del potenziale vettore e legge di Biot e Savart. Formula di Neumann. Caso di conduttori rettilinei. Matrice delle induttanze. Circuiti magnetici nell'ipotesi di linearità (matrice delle induttanze). Cenni ai casi non lineari. I magneti permanenti.



### *Cenni di elettromeccanica*

Principi generali ed applicazioni ai casi di campo elettrostatico, di corrente statico e magnetico. Pressione su superfici di separazione tra dielettrici di diversa permittività, tra materiali magnetici di diversa permeabilità e forze agenti sui conduttori o su strutture ferromagnetiche.

### *Campi elettromagnetici*

Equazioni del campo ed equazioni costitutive. Teorema di Poynting.

I casi di campi quasi stazionari. Le equazioni del campo elettromagnetico espresse con potenziale scalare e vettore nel caso quasi stazionario. La legge di Faraday con e senza corpi in movimento. Esempi semplici di applicazione. Comportamento di conduttori e tubi di flusso del campo magnetico in condizioni di campo variabile, casi unidimensionali: conduttori indefiniti o di spessore costante.

Campi rapidamente variabili. Equazioni delle onde. Caso dell'onda piana.

*Cenni sul calcolo di campi quasi stazionari con il metodo degli elementi finiti.*

Si introduce il calcolo approssimato di campi per geometrie complesse con il metodo degli elementi finiti. Si propongono i principi fondamentali del metodo e la tecnica di applicazione; esempi nel caso di campo magnetostatico ed elettromagnetico quasi stazionario. Visualizzazione su calcolatore delle elaborazioni numeriche e delle grandezze e parametri deducibili per l'analisi ed il progetto di componenti elettromeccanici.

### *Applicazione della Trasformata di Laplace*

Definizione della trasformata di Laplace. Proprietà basiche della trasformata di Laplace: unicità, linearità, regola di derivazione, regola di integrazione. Soluzione di circuiti semplici.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Ogni argomento è corredato di esercitazioni numeriche o esemplificative (2 ore a settimana).

Viene proposta almeno una visita ad un laboratorio e, quando possibile, una esercitazione di misura di campo elettrico e magnetico in prossimità di linee elettriche di trasporto.

## **Bibliografia**

Luigi Piglione 'Elettrotecnica Filtri-Linee-Campi', Levrotto & Bella, Torino.

D.K. Cheng 'Field and Wave Electromagnetics' Addison Wesley.

Marcello D'Amore 'Elettrotecnica vol. I' edizioni SIDEREA, Roma.

Marcello D'Amore 'Elementi di Elettrotecnica Campi e Circuiti' edizioni SIDEREA, Roma.

Stefano Basile 'Elettrotecnica vol. II Teoria dei Campi Elementi di Calcolo Tensoriale' edizione Patron, Bologna.

H. Woodson, J.R. Melcher 'Electromechanical Dynamics part I Discrete Systems' John Wiley & Sons.

A. Canova e M. Tartaglia 'Esercizi di Elettrotecnica II', Levrotto & Bella, Torino.

Scipione Bobbio 'Esercizi di Elettrotecnica' edizioni CUEN, Napoli.

## **Esame**

L'esame consisterà in una prova scritta ed una prova orale.

La prova scritta dovrà essere superata con una votazione non inferiore alla metà del voto massimo per essere ammessi alla prova orale.

# H1810    **ENERGETICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>da nominare</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti teorici ed operativi per poter sviluppare l'analisi energetica di tutti quei sistemi nei quali si operano trasformazioni tra le diverse forme di energia. Dopo un'introduzione storica, si introducono i criteri per la classificazione e la quantificazione delle forme di energia primarie. Segue un richiamo dei concetti fondamentali della termodinamica elementare nel quale si approfondiscono in particolare la teoria dell'exergia e della termodinamica della combustione, applicando queste nozioni per il calcolo del comportamento termodinamico e della efficienza dei principali componenti ed impianti energetici. Nella seconda parte del corso, dopo aver introdotto i concetti fondamentali della matematica finanziaria e della teoria della scelta tra diversi investimenti, si approfondiscono i fondamenti della teoria detta termoeconomia con la quale si studiano le implicazioni di tipo economico-finanziario della applicazione della termodinamica ai sistemi energetici. Si danno alcuni cenni ai problemi di costi reali e di tariffe. La terza parte del corso è dedicata alla classificazione degli usi finali dell'energia nel mondo intero e in Italia. Nella parte finale si illustrano i problemi dell'impatto ambientale dei sistemi energetici.

## **Prerequisiti**

È fondamentale aver frequentato i corsi di Fisica Tecnica e Macchine.

## **Programma**

- *Cenni storici.* Elementi di storia dell'uso dell'energia dalle società preindustriali e paleo industriali a quella contemporanea. Cenni di storia della Termodinamica e del concetto di Energia. [4 ore]
- *Richiami di termodinamica.* Definizioni fondamentali. Lo studio dei fluidi con attrito viscoso. Il lavoro e il calore. Il primo principio della Termodinamica. Energia interna ed Entalpia, I sistemi aperti. Il secondo principio. Il rendimento delle macchine termiche. La disuguaglianza di Planck. Entropia Reversibilità. Applicazione dei principi alle macchine a rinnovamento di fluido (i sistemi aperti) ed ai principali tipi di impianti energetici. [10 ore]
- *La teoria dell'exergia.* L'evoluzione dei sistemi verso l'equilibrio. La biosfera e lo stato di riferimento. Il teorema dell'energia utilizzabile o exergia. Le equazioni per i sistemi chiusi ed aperti. I concetto di lavoro massimo e di lavoro perso. Il rendimento generalizzato. Analisi exergetica di processi termodinamici semplici. [10 ore]
- *Cenni di termodinamica della combustione e delle reazioni chimiche.* Definizioni. Miscela di gas ideali. Le reazioni chimiche: calcolo dell'energia interna, dell'entalpia e dell'entropia. Condizioni per l'equilibrio. La coordinata di reazione. Reazioni chimiche dei gas ideali. Temperatura di combustione adiabatica. La combustione degli idrocarburi. Il potere calorifico e l'exergia della combustione. [4 ore]



- *Le fonti energetiche. Le fonti di energia primaria. Le fonti rinnovabili e non rinnovabili. I combustibili fossili. L'energia nucleare. Le riserve accertate e presunte. Il sistema energetico planetario e nazionale. I consumi energetici negli ultimi decenni analizzati per entità e tipologia. I fattori che influenzano i consumi. La struttura dei consumi. Le previsioni dei fabbisogni per il futuro. [4 ore]*

- *Le fonti energetiche secondarie. L'energia elettrica di origine termica, nucleare, idraulica. Gli impianti di cogenerazione. Le pile a combustibile. I sistemi a energia totale. [4 ore]*

- *I componenti e le tecnologie degli impianti energetici fondamentali. Le fonti di energia secondaria, elettrica, idroelettrica, termica e nucleare. Compressori ed espansori. Miscelatori e separatori di fluidi. I condotti percorsi da fluidi viscosi. I combustori a pressione e volume costante. Scambiatori di calore. Condensatori. Rassegna dei principali tipi di impianti energetici con particolare attenzione ai sistemi per la produzione combinata. Analisi degli schemi fondamentali e delle tecnologie per la trasformazione dell'energia dei combustibili in energia termica ed elettrica. Impianti frigoriferi. Impianti a gas per la produzione combinata di calore e lavoro. Impianti a vapore per la produzione combinata di calore e lavoro. Impianti di riscaldamento e cogenerazione urbani. I metodi per l'analisi e il calcolo delle reti di distribuzione di fluidi in pressione con particolare attenzione alle reti per il riscaldamento urbano centralizzato. [10 ore]*

- *Nozioni elementari di matematica finanziaria. I concetti di valore e di costo di un bene. Interesse. Redditività. Tassi di interesse e di sconto. Formule finanziarie. L'ammortamento. L'inflazione. La valutazione degli investimenti. Il metodo dei flussi di cassa. L'analisi costi-benefici. [4 ore]*

- *Energetica industriale e termoeconomia. La rappresentazione dei sistemi energetici naturali ed industriali. Le equazioni di bilancio di energia e di valore. Il costo operativo dei beni. I criteri di ottimizzazione termoeconomica. I metodi di sostituzione. I metodi algebrici di contabilizzazione energetica. L'analisi disaggregata dei costi negli impianti energetici. I parametri di valutazione dell'efficienza energetica ed economica. I metodi di ottimizzazione termoeconomica. [10 ore]*

- *Legislazione e normativa. Rassegna delle norme principali e delle leggi in vigore in Italia e nella Unione Europea in materia di energia. Analisi del sistema delle tariffe energetiche. [2 ore]*

- *Cenni allo studio dell'impatto ambientale indotto dagli usi energetici. I metodi di valutazione. La normativa e le leggi vigenti. [2 ore]*

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercizi svolti in aula sui temi trattati a lezione. Calcolo completo dei cicli termodinamici per una centrale di cogenerazione a gas (ciclo Joule) e a vapore (ciclo Rankine in controcompressione).

Sviluppo completo della analisi energetica, exergetica e termoeconomica di un caso reale per il quale gli allievi sono guidati ad acquisire i dati sul campo, ad ordinarli ed analizzarli secondo i metodi sviluppati nella parte teorica del corso ed a proporre uno studio di fattibilità di soluzioni alternative a quelle rilevate.

#### **VISITE TECNICHE**

Saranno organizzate visite tecniche ad alcuni impianti energetici dell'Italia nord-occidentale, significativi per dimensioni e tecnologia.

### **Bibliografia**

Appunti delle lezioni e materiale didattico distribuito dal docente

TESTI AUSILIARI

M.Cali, P.Gregorio, *Termodinamica, Progetto Leonardo*, Bologna. 1997.

- A.Bejan, G.Tsatsaronis, M.Moran, Thermal Design And Optimisation, J.Wiley, 1996.  
 Kotas T. J., The Exergy Method Of Thermal Plant Analysis, Butterwoths, London 1985  
 Pedrocchi E., Previsioni Di Fabbisogno Energetico Per L'italia, La Termotecnica, giugno 1993, pp.25-29. Previsioni Di Fabbisogno Energetico Per Il Mondo, La Termotecnica, maggio 1993, pp.21-28.  
 Silvestri M., Il Futuro Dell'energia, Bollati Boringhieri, 1989.

## Esame

L'esame consiste nella esposizione della monografia preparata nel corso dell'anno e in un colloquio orale durante il quale l'allievo è tenuto a rispondere sugli argomenti di teoria trattati nelle lezioni.



# H1830 ENERGETICA E SISTEMI NUCLEARI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso di propone di fornire le conoscenze ingegneristiche e gli strumenti metodologici utili per l'analisi e la valutazione dei principali sistemi energetici industriali e civili, con particolare attenzione rivolta alla produzione di energia elettrica e alla produzione combinata di energia elettrica e termica.

Vengono descritte e analizzate le soluzioni tecnologiche, impiantistiche e di sistema, disponibili sia nel settore nucleare che in quello convenzionale. Particolare attenzione è dedicata alle soluzioni innovative in merito all'uso razionale delle risorse primarie, alla compatibilità ambientale ed alla sicurezza.

## **Prerequisiti**

Termodinamica applicata o Fisica tecnica.

## **Programma**

- *Elementi introduttivi. [14 ore]*

Forme e trasformazioni fondamentali dell'energia.

Fonti e usi finali dell'energia.

I cicli di trasformazione delle fonti fossili e nucleari e di quelle rinnovabili.

Energia e sistemi economici. Energia e ambiente. Gli indicatori energetici e la loro evoluzione nelle varie fasi dello sviluppo economico e industriale.

- *Elementi di ecologia. [6 ore]*

Gli ecosistemi.

Gli elementi costitutivi dell'ambiente naturale: atmosfera, idrosfera, pedosfera, biosfera, ecc.

I principali cicli materiali nell'ambiente naturale: acqua, carbonio, azoto, zolfo, ossigeno, ecc.

Le perturbazioni naturali e quelle di origine antropica.

- *Fondamenti di energetica. [8 ore]*

Energia ed exergia.

Metodologie per l'analisi energetica ed exergetica dei cicli e delle trasformazioni termodinamiche.

- *Le fonti primarie di energia e la loro utilizzazione. [20 ore]*

Le fonti primarie e le modalità del loro impiego:

l'energia solare (diretta e indiretta),

la biomassa,

i combustibili fossili,

i combustibili nucleari: fissione e fusione,

l'idrogeno.

Le modalità di vettoriamento.

Gli usi finali.

- *Le nuove tecnologie. [10 ore]*

Situazione attuale e prospettive per impianti e sistemi provati e per proposte innovative dal punto di vista tecnologico e ambientale. La maturità tecnologica e commerciale. La competizione tra tecnologie antagoniste.

Analisi dello stato dell'arte dei seguenti sistemi:

i cicli del carbone,

i cicli dell'idrogeno,

le celle a combustibile,

i reattori nucleari avanzati,

i reattori nucleari a sicurezza intrinseca,

le fonti rinnovabili.

- *I modelli per l'analisi dei sistemi energetici. [14 ore]*

Modelli per la valutazione delle caratteristiche tecnologiche, economiche ed ambientali dei sistemi energetici alle varie scale di analisi.

Struttura e finalità di alcuni programmi e codici per analisi energetica e la redazione di ecobilanci (GRAFENE, TEMIS) e per la programmazione lineare in scenari evolutivi (MARKAL).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni riguardano:

‘ l'analisi di un sistema energetico a scala territoriale;

‘ l'analisi di un particolare ciclo energetico o di un sistema tecnologico.

Nel Laboratorio Didattico di Analisi e Modelli Energetici si svolgeranno applicazioni al computer di alcuni modelli di analisi integrale tecnico-economica e ambientale.

### **Bibliografia**

A.W. Clup, Principles of energy conversion technologies, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1991.

Altra documentazione, con i relativi riferimenti bibliografici, sarà messa a disposizione dal docente.

### **Esame**

Il colloquio d'esame comprende la discussione degli elaborati di esercitazione e laboratorio.



## **H2060    FISICA TECNICA**

Periodo:                    2  
Crediti:                    10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:                    **Michele CALÌ QUAGLIA**

---

### **Presentazione del corso**

Scopo del corso è di fornire agli studenti, insieme ai fondamenti teorici della termodinamica, gli strumenti di analisi e di progettazione di dispositivi e impianti per la conversione tra le diverse forme di energia con attenzione a quelli dove è rilevante l'energia termica.

Particolare cura è dedicata ad utilizzare linguaggio e strumenti propri della professionalità dell'ingegnere.

Nella prima parte del corso si studiano i fondamenti e le definizioni della teoria della termodinamica elementare riferita ai corpi omogenei e si introducono il primo ed il secondo principio. Si passa quindi a studiare in dettaglio dal punto di vista funzionale e fenomenologico i più importanti dispositivi di conversione energetica e le applicazioni fondamentali. Nella seconda parte del corso, dopo aver dato alcuni cenni di termodinamica dei corpi continui, si sviluppano le leggi fondamentali della trasmissione del calore per conduzione, convezione ed irraggiamento e si studia come questi fenomeni si svolgono in alcuni dispositivi termotecnici fondamentali, come gli scambiatori di calore e i generatori a combustione. Nell'ultima parte del corso si introducono i concetti fondamentali della illuminotecnica.

### **Prerequisiti**

Analisi matematica I e II. Fisica I e II.

### **Programma**

#### **PRIMA UNITA' DIDATTICA:**

Scopo della Termodinamica e cenni storici. Definizioni fondamentali. Grandezze primitive e derivate. Processi, spazio degli stati e linee di trasformazione. Processi diretti, inversi e ciclici. Equazioni di stato delle sostanze omogenee semplici.

Definizione di temperatura e cenni di termometria.

Lavoro meccanico e potenza. L'equazione dell'energia meccanica. Il lavoro generalizzato.

#### **SECONDA UNITA' DIDATTICA:**

Calore e di flusso termico. Calorimetria e trasformazioni principali dei sistemi semplici omogenei.

Il primo principio della Termodinamica. Energia interna ed entalpia.

Le macchine termiche ed il loro rendimento. L'irreversibilità dei processi. Il secondo principio della termodinamica. Il ciclo ed il teorema di Carnot. La temperatura assoluta. L'Equazione di Clapeyron. L'entropia. I teoremi del massimo rendimento e del lavoro massimo.

#### **TERZA UNITA' DIDATTICA:**

Energia interna, entalpia e potenziali termodinamici per i fluidi omogenei. Le equazioni di Maxwell. Equazioni di stato dei sistemi polifasi e la regola di Gibbs. Le trasformazioni liquido-vapore. L'equazione di Clapeyron. Rappresentazioni nei piani p-v, T-s e h-s. Equazioni di stato dei gas reali. Fluidi omogenei con attrito ed effetto Joule-Thomson.

#### QUARTA UNITA' DIDATTICA:

I sistemi aperti. Le leggi di conservazione della massa e della quantità di moto. L'equazione di Bernoulli. Il primo ed il secondo principio per i sistemi aperti. Introduzione all'energetica: il teorema di Gouy-Stodola e il teorema dell'energia utilizzabile o "exergia". Il rendimento generalizzato e l'efficienza di "secondo principio". Esempi.

#### QUINTA UNITA' DIDATTICA:

I cicli termodinamici a vapore di Carnot, Hirn e Rankine. Studio del rendimento del ciclo Rankine. Surriscaldamenti e rigenerazione. Le irreversibilità. Le centrali termoelettriche e in cogenerazione. I cicli termodinamici a gas di Carnot, Otto, Diesel e di Joule e Brayton. I cicli termodinamici a gas con rigenerazione di Stirling e Ericsson. I cicli inversi delle macchine frigorifere e delle pompe di calore. L'efficienza (o COP). Il funzionamento delle macchine frigorifere a compressione di vapore. Introduzione della trifilazione isentalpica. Il diagramma h-log p. Le principali tipologie di macchine che funzionano con cicli inversi. Le compressioni in più stadi. Cicli sovrapposti. Cicli in cascata. Cenni agli impianti ad assorbimento. La liquefazione dei gas e la macchina di Linde.

#### COMPITO DI ESONERO SUI MODULI DA 1 A 5 COMPRESO.

#### SESTA UNITA' DIDATTICA:

Le miscele di gas. Le leggi di Dalton e di Amagat. Psicrometria e miscele aria-vapore acqueo. Grandezze psicrometriche. I diagrammi di Mollier e ASHRAE. Le trasformazioni termodinamiche dell'aria umida. I componenti degli impianti di climatizzazione ambientale. La climatizzazione estiva ed invernale degli edifici. Rappresentazioni sul diagramma di Mollier e cenni agli impianti.

#### SETTIMA UNITA' DIDATTICA:

Introduzione alla termocinetica. Le equazioni fondamentali dei corpi continui. I fenomeni di scambio termico. L'equazione fondamentale della conduzione: equazione differenziale e condizioni al contorno. La relazione costitutiva di Fourier. Fenomenologia della conduzione. La conduttività termica. L'analoga elettrica. Problemi applicativi e modelli. Le rappresentazioni a parametri concentrati e il transitorio termico. La soluzione monodimensionale per pareti piane, cilindriche e sferiche. Applicazioni della conduzione alle alette monodimensionali.

#### OTTAVA UNITA' DIDATTICA:

Irraggiamento: definizioni e grandezze caratteristiche. Il corpo nero. La legge di Stefan-Boltzmann. La legge di Wien. I corpi reali e le leggi di Kirchoff. Scambio di energia radiante tra corpi neri. I fattori di forma. L'analoga elettrica. Scambio di energia radiante tra corpi grigi. Illuminotecnica: la sensazione luminosa e la curva di visibilità. Le grandezze fotometriche. Classificazione delle sorgenti luminose. Illuminazione da sorgente puntiforme. Le lampade.

#### NONA UNITA' DIDATTICA:

Proprietà del moto dei fluidi: viscosità, moto laminare e turbolento, il numero di Reynolds. Le interazioni fluido-parete e lo strato limite della velocità e della temperatura su lastre piane e nei condotti. La convezione e l'equazione di Newton. I numeri adimensionali. Formulazioni per la convezione forzata in lastra piana. Cenni al teorema di Buckingham. Lo scambio termico nei condotti. Relazioni adimensionali per la convezione forzata.

Fenomenologia della convezione naturale. Relazioni adimensionali per la convezione naturale su lastra piana.



## DECIMA UNITA' DIDATTICA:

Scambiatori di calore a miscela e a superficie: classificazione e caratteristiche costruttive. Calcolo degli scambiatori a superficie: bilanci di energia, flussi termici ed efficienza. I metodi di calcolo "della carta F" ed epsilon-NTU. Gli impianti di climatizzazione ambientale: i circuiti a circolazione naturale e forzata. I camini.

COMPITO DI ESONERO SUI MODULI DA 6 A 10 COMPRESO.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercizi svolti in aula sui temi trattati a lezione e sviluppo di una monografia di termodinamica sul calcolo completo del ciclo termodinamico e del bilancio energetico di una centrale di cogenerazione a vapore con ciclo Rankine in contropressione. Sviluppo di una monografia di termocinetica sul calcolo fluidodinamico e termico di un generatore di vapore a tubi di fumo. Laboratori:

1. Misure di temperatura con diversi sensori.
2. Misura di grandezze psicrometriche in un ambiente.
3. Misure su un impianto frigorifero.
4. Misure su uno scambiatore di calore.

### **Bibliografia**

Testi di riferimento:

Termodinamica:

M. Cali. P.Gregorio, Termodinamica, in 2 voll., Progetto Leonardo, Ed. Esculapio, Bologna, 1997

Appunti delle lezioni e materiale distribuito dal docente.

M. Cali. M. Torchio, Fisica tecnica, Formulario, Ed. Politeko, 1998 Torino.

R. Borchiellini, M. Cali. M. Torchio, Fisica tecnica: Esercitazione di Termodinamica, Ed. Politeko, 1998 Torino.

R. Borchiellini, M. Cali. M. Torchio, Fisica tecnica: Esercitazione di Termocinetica, Ed. Politeko, 1999 Torino.

Termocinetica:

Guglielmini G., Pisoni C., Elementi di trasmissione del calore, Ed. Veschi Masson, Milano.

Illuminotecnica

Codegone G., Illuminotecnica, Ed. Giorgio Torino

Testi ausiliari:

C. Boffa, P. Gregorio, Elementi di fisica tecnica, Levrotto e Bella, Torino, 1974.

C. Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, Trasmissione del calore, CLEUP, Padova, 1985.

P. Brunelli, C. Codegone, Trattato di fisica tecnica, Giorgio, Torino, 1974.

A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica applicata, CLEUP, Padova, 1990.

V.A. Kirillin, V.V. Sycev, E. Sejdlin, Termodinamica tecnica, Ed. Riuniti, Roma, 1980.

M.W. Zemansky, M.M. Abbott, H.C. Van Ness, Fondamenti di termodinamica per ingegneri, Zanichelli, Bologna.

### **Esame**

L'esame è costituito da un compito scritto, nel quale si chiede di svolgere esercizi numerici e di rispondere a semplici quesiti di teoria, e da un colloquio orale, durante il quale l'allievo è tenuto a presentare ed illustrare le monografie svolte durante le esercitazioni e a rispondere su argomenti di teoria.

Sono previsti due compiti di esonero, il primo dopo lo svolgimento dei primi cinque moduli, e il secondo al termine del corso.

# 01AYN FLUSSO SU RETI E ELEMENTI DI PROGRAMMAZIONE INTERA

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CUBU
Docente:	Roberto TADEI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso fa parte del filone culturale della Ricerca Operativa, la quale ha come obiettivo la costruzione di modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi e dei relativi algoritmi risolutivi.

Il corso si propone di dotare lo studente degli strumenti di base per modellizzare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria informatica e automatica, elettronica e delle telecomunicazioni, con particolare attenzione a quelli relativi a flussi su reti.

La modellizzazione del problema consiste nella formulazione dello stesso in termini di programmazione matematica, cioè nell'individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e dei relativi vincoli, mentre la sua risoluzione consiste nella ricerca del minimo o del massimo nel rispetto dei vincoli e richiede l'utilizzo di algoritmi di calcolo. Per tutti i problemi trattati nel corso verranno presentati gli algoritmi più recenti, alcuni oggetto di ricerca presso il Dipartimento, con particolare attenzione alla loro complessità computazionale. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca attinenti agli argomenti trattati.

Il corso (dispense, comunicazioni, tesi e tesine, seminari, collegamenti con altri centri di studio ecc.) è disponibile all'interno del servizio Ulisse.

## **Prerequisiti**

Programmazione lineare.

## **Programma**

Flusso di Costo Minimo. Cammino Minimo. Massimo Flusso. Algoritmi di Flusso Primali-Duali. Grafo di Rank e Cammino Critico. Programmazione Intera. Piani di Taglio. Metodo di Gomory. Branch and Bound. Programmazione Dinamica.

## **Bibliografia**

Dispense del corso.

F. Maffioli, Elementi di programmazione matematica, Vol. 1 e 2, Masson, Milano, 1990.

S. Martello, D. Vigo, Esercizi di Ricerca Operativa, Progetto Leonardo, Bologna, 1994.

M. Minoux, Mathematical Programming. Theory and Algorithms, Wiley, 1986.

R. Tadei, F. Della Croce, Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione, in corso di stampa.

## **Esame**

L'esame è scritto, con una possibile parte orale.



## 01AZA    **FONDAMENTI DI CONTROLLO DIGITALE**

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CAP oppure 01CAR oppure 01AZX
Docente:	<b>Maurizio VALLAURI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende presentare i fondamenti teorici e metodologici dei sistemi campionati lineari, con un particolare accento sulla stabilità e sul progetto di regolazioni campionate nello spazio di stato.

### **Prerequisiti**

Nozioni propedeutiche indispensabili: teoria dei sistemi, controlli automatici generali.

### **Programma**

Richiami di concetti fondamentali di teoria dei sistemi. Sistemi tempo-discreti e loro rappresentazione I/O e nello spazio di stato.

Descrizione matematica di segnali e sistemi campionati.

La trasformazione  $z$ : definizioni e principali regole di trasformazione diretta e inversa, con applicazioni.

Descrizione di sistemi campionati mediante la trasformazione  $z$ . Struttura e diagrammi a blocchi di regolazioni campionate. La funzione di trasferimento  $z$ . Regolazione campionata mediante la trasformazione  $z$ .

Stabilità. Definizione di stabilità. Criteri fondamentali di stabilità. Stabilità fra gli istanti di campionamento.

Criteri algebrici di stabilità.

Progetto per regolazione con tempo di assestamento finito ("dead-beat"). Fondamenti nel dominio tempo. Derivazione e soluzione delle equazioni di sintesi. Calcolo del regolatore.

Sistemi campionati lineari nello spazio di stato. Progetto per tempo di assestamento finito e controllabilità. Progetto mediante assegnazione di autovalori (poli). Regolazione modale. Osservatori dello stato e osservabilità. Il teorema di separazione.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni consistono nella discussione, in aula, di problemi di carattere applicativo riguardanti gli argomenti del corso, risolti o illustrati dopo essere stati assegnati per lo svolgimento a casa, e altresì nella esposizione di argomenti di carattere matematico complementari alla materia del corso.

### **Bibliografia**

All'inizio del corso viene messa a disposizione degli Allievi una copia riproducibile di note manoscritte che coprono quasi integralmente il programma del corso.

Per eventuali approfondimenti possono essere utilmente consultati:

- O.Föllinger: Lineare Abtastsysteme, 4. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München-Wien, 1990.

- R.Isermann: Digitale Regelsysteme, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1987.

- M.Athans et al.: Systems, Networks, and Computation. Multivariable Methods, McGraw-Hill Book Co., New York, 1974.

Altri riferimenti bibliografici vengono forniti, quando del caso, durante il corso.

## Esame

Consiste in due prove scritte: lo svolgimento di un tema di carattere teorico senza materiale di riferimento e, immediatamente dopo, la risoluzione di uno o più problemi, con libera consultazione di libri, note ecc. Eventuale successivo accertamento orale se il candidato, che abbia riportato una votazione media o bassa dello scritto, lo desidera.



## **H2370 GESTIONE DEI PROGETTI D'IMPIANTO**

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:

**Carlo RAFELE**

---

### **Presentazione del corso**

La gestione dei progetti o project management consiste prevalentemente nella programmazione e nel controllo di tutte le attività richieste per l'esecuzione di lavori o commesse caratterizzati da precisi obiettivi di tempo, costo e qualità. Tale gestione presuppone un efficace lavoro di gruppo ed una buona conoscenza di alcuni aspetti fondamentali dei progetti: da quelli teorico-organizzativi a quelli economici e contrattualistici. Il corso si propone di dare una visione complessiva di tali aspetti del project management relativamente a lavori impiantistici.

### **Prerequisiti**

Disegno Tecnico, Statistica, Ricerca Operativa, Economia ed Organizzazione Aziendale, Nozioni Giuridiche Fondamentali.

### **Programma**

La logistica e gli impianti industriali. Fattori che influenzano la realizzazione di un impianto industriale. La progettazione degli impianti industriali. La sicurezza nella realizzazione dei progetti. (12 ore)

La figura ed i compiti del project manager. Il project management nelle aziende che operano a commessa. Modelli organizzativi delle società che gestiscono progetti. Fasi di sviluppo delle commesse: progettazione, approvvigionamenti, costruzioni, montaggi, collaudi. (20 ore)

Studi di fattibilità; tecniche di preventivazione; valutazione delle offerte. Organizzazione delle attività di un progetto: la definizione, la pianificazione, la programmazione del progetto, la misura degli avanzamenti e le tecniche di controllo (tempi, costi, qualità), la chiusura. (8 ore).

Aspetti economico-finanziari: bilancio e controllo delle commesse; forme di finanziamento e di pagamento. (8 ore)

Principi di contrattualistica; raggruppamenti di imprese; tipi di contratti e relativa gestione. Rischi e coperture assicurative. Modalità di assegnazione e di gestione delle opere pubbliche. (12 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Studio di fattibilità di un impianto industriale, applicando gli argomenti svolti a lezione. Visite ad impianti industriali.

### **Bibliografia**

A. Monte, Elementi di impianti industriali, Cortina, Torino.  
Dispense fornite a lezione.

### **Esame**

Scritto con integrazione orale.

## M2380 GESTIONE DEI SERVIZI ENERGETICI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare (1999/2000: Valter GIARETTO)

---

### Presentazione del corso

Questo corso è mutuato da P1810 - Energetica del corso di studi in Ingegneria Meccanica



# PA650 GESTIONE ED ESERCIZIO DEI SISTEMI DI TRASPORTO

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Francesco IANNELLI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone l'approfondimento dei temi della gestione e dell'esercizio delle reti e degli impianti di trasporto terrestri, con cenni sugli altri sistemi di trasporto. Vengono esaminate le tecniche e le modalità di espletamento del servizio, nonché la organizzazione delle aziende del settore.

Questo corso può costituire un valido supporto per la preparazione professionale degli ingegneri interessati ad entrare nelle amministrazioni pubbliche, nonché nelle aziende di trasporto.

Il corso si articola attraverso lezioni, esercitazioni, seminari a carattere monografico e visite ad impianti ed aziende del settore.

Il corso si compone di due moduli.

## **Prerequisiti**

Tecnica ed economia dei trasporti.

## **Programma**

### *I MODULO*

Impegno (ore) lezione, esercitazione: 36 ore di studio: 54

Reti e sistemi di trasporto: definizioni, descrizioni, tipologie. Trasporti di persone e di merci urbani, extraurbani su gomma e su ferro.

Il sistema azienda: cenni sulla teoria dei sistemi. Scelte direzionali in campo aziendale.

Funzione aziendale dei dati informativi: il sistema informativo aziendale.

La carta dei servizi. Il sistema qualità : la certificazione e le normative UNI ISO 9000 e 14000.

Quadro istituzionale di riferimento e legislazione attinente il trasporto pubblico (ferrovie, tramvie, metropolitane, autolinee, filovie, funicolari) e da piazza con autovettura.

Trasporto in conto proprio ed in conto terzi

Norme di esercizio e regimi di trasporto.

### *II MODULO*

Impegno (ore) lezione, esercitazione: 72 ore di studio: 138

Modelli organizzativi e vincoli legislativi nella formazione organizzativa di un'azienda pubblica o privata per il trasporto di persone e/o di merci.

Le tecniche reticolari applicate alla programmazione aziendale.

I mezzi e le tecniche di trasporto: classificazione, descrizione, principali caratteristiche e prestazioni in relazione alle esigenze dell'esercizio.

I principi generali per l'organizzazione e la gestione del servizio movimento.

La funzione organizzativa e la gestione contabile. La formazione del costo Il costo economico standardizzato

Elementi metodologici, tecnici ed economici per la gestione del materiale .La formulazione di un programma manutentivo in un'azienda di trasporto pubblico. Relazione tra le caratteristiche principali di un sistema: disponibilità, affidabilità, manutenibilità. Ottimizzazione economica fra le caratteristiche di manutenibilità e affidabilità.

Criteri e modelli per la localizzazione ottimale dei depositi di un'azienda di trasporto di persone e di merci

La regolamentazione, gli incidenti d'esercizio, la sicurezza della circolazione.

L'infrastruttura a supporto della gestione e dell'esercizio dei sistemi di trasporto: le reti stradale e ferroviaria. Le caratteristiche delle principali infrastrutture nodali e terminali del trasporto: classificazione, tipologie, impiantistica e ottimizzazione dell'esercizio.

L'impegno ottimale delle risorse. Tecniche informatiche per la gestione ed il controllo dell'esercizio del trasporto.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

L'esercitazione affronta e sviluppa nell'operativo le problematiche del dimensionamento dell'esercizio di più linee di trasporto su gomma e/o su rotaia e della stima del conto economico tendente alla costituzione di una piccola azienda di trasporti

Si possono sviluppare altri casi d'interesse degli studenti riguardanti altri sistemi di trasporto.

### **Bibliografia**

La specializzazione e la tipologia dei contenuti del corso non consente l'utilizzo di un solo testo. Nel corso delle lezioni e delle esercitazioni saranno disponibili alcuni testi tra cui si segnalano:

- Pasquale DE PALATIS - Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria - CIFI 1995
- Giuseppe VICUNA - Organizzazione e tecnica ferroviaria - CIFI 1986
- Lucio Mayer - Impianti ferroviari. tecnica ed esercizio - CIFI 1993
- Francesco CIVITELLA ' Autolinee extraurbane ' EDIZIONI FRATELLI LATERZA 1992
- Dispense monografiche a cura del docente

### **Esame**

L'esame è basato sulla prova orale e sulla valutazione di una prova scritta impostata durante le esercitazioni riguardante gli argomenti trattati nel corso.



## **H2706    IMPIANTI ELETTRICI (PROGETTAZIONE)**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Roberto NAPOLI</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso è rivolto ad allievi che intendano sviluppare una preparazione professionale nel progetto degli impianti elettrici MT e BT. Dopo una panoramica introduttiva sulle reti di distribuzione, vengono trattati i principali problemi relativi agli impianti elettrici d'utente. Gli allievi saranno impegnati nello sviluppo reale (anche se parziale) del progetto di un impianto elettrico.

### ***Prerequisiti***

Elettrotecnica.

### ***Programma***

#### **SISTEMI DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA**

Reti di distribuzione pubblica MT e BT. Strutture e componenti. Le cabine di alimentazione. Dimensionamento elettrico e meccanico delle linee. Qualità del servizio elettrico. Armoniche.

#### **PROGETTO DI IMPIANTI ELETTRICI**

Norme e definizioni sui progetti. Struttura di un progetto e relativa documentazione. La progettazione integrata. Informatizzazione delle procedure. Capitolati e prezzi.

Impianti elettrici d'utente. Consumi e tariffe. Caratterizzazione dei carichi.

Sistemi di alimentazione per le utenze normali, privilegiate e sicure. Le cabine elettriche d'utente. Criteri progettuali e scelta dei componenti. Quadri MT e BT. Sistemi di rifasamento. Apparecchiature ausiliarie.

Sistemi di distribuzione elettrica. Architetture e scelta dei componenti. Impianti d'illuminazione e di forza motrice. Impianti in ambienti particolari. Impianti di terra e per la protezione contro le scariche atmosferiche.

Impianti elettrici di segnale. Impianti telefonici, rivelazione incendi, trasmissione dati e fonìa. L'edificio intelligente e sistemi a bus.

Gestione e controllo dei sistemi elettrici.

Impianti elettrici speciali (cenni)

Impianti elettrici per i trasporti (ferrovie, metropolitane, tram). Impianti elettrici negli aeroporti e negli aeromobili. Impianti elettrici nei porti e nelle navi. Impianto elettrico nell'autoveicolo.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Le esercitazioni consistono nello sviluppo e nella discussione di esercizi di scelta e dimensionamento.

Gli allievi, suddivisi in gruppi, dovranno discutere sviluppare il progetto dell'impianto elettrico di un insediamento civile o industriale, preparando (in parte) i vari documenti progettuali. Ciò richiederà agli allievi un impegno particolare, soprattutto per sviluppare gli elaborati progettuali utilizzando tecniche CAD.

## Bibliografia

Appunti dalle lezioni.

Documentazione normativa e commerciale

Cataliotti: Impianti elettrici. Ed. Flaccovio, Palermo

TuttoNormel: Documentazione di progetto degli impianti elettrici

## Esame

Prova scritta di accertamento nel primo emisemestre.

L'accertamento finale comprenderà una discussione sugli elaborati progettuali sviluppati.

Per coloro che non usufruiranno degli accertamenti, è prevista una prova finale scritta ed orale.



## **H2701 IMPIANTI ELETTRICI I**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Roberto POMÈ</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire le informazioni fondamentali sulla struttura ed organizzazione funzionale degli impianti elettrici di alta, media e bassa tensione, sui principali componenti e sulle regole generali di progettazione, installazione e gestione, includendo anche i problemi più significativi inerenti alla sicurezza e alle normative che la presidiano.

### **Prerequisiti**

Elettrotecnica I e II, Macchine elettriche.

### **Programma**

- Generalità sugli impianti elettrici. Richiamo alle disposizioni di legge e di normativa che presidiano gli impianti elettrici.

Descrizione generale del sistema elettrico italiano di produzione, trasmissione, distribuzione; struttura delle reti di trasmissione e distribuzione alle varie tensioni; parametri caratteristici.

Centrali di produzione: tipologia e caratteristiche principali.

- Stato del neutro: problematiche generali e disposizioni normative. Comportamento dei sistemi elettrici in caso di guasto, in relazione allo stato del neutro.

Impianti di terra: criteri di realizzazione e disposizioni normative. Calcolo delle configurazioni di guasto dei sistemi elettrici.

Sistemi di protezione: caratteristiche costruttive e funzionali.

- Regolazione di tensione e frequenza.

Regolazione della tensione ai nodi di produzione e sulle reti.

Perturbazione di tensione: tipologie, effetti e metodi di controllo e protezione.

- Guasti sulle reti: sovracorrenti. Effetti termici e dinamici delle sovracorrenti.

Tipi di guasto e metodologie di protezione. Definizioni e prescrizione normative.

Criteri di calcolo delle sovracorrenti per i vari tipi di reti elettriche. Relè di protezione.

- Componenti principali delle reti elettriche: caratteristiche costruttive e funzionali.

Prescrizioni e definizioni normative. Interruttori di alta, media e bassa tensione; fusibili, interruttori di manovra, contattori di media e bassa tensione.

Stazioni AT/MT, quadri elettrici di media e bassa tensione. Trasformatori AT/MT e MT/BT; tipologie costruttive e modalità di utilizzo ed installazione. Cavi e linee blindate.

- Criteri fondamentali di progettazione delle reti MT e BT; definizione dello schema di distribuzione in relazione agli obiettivi funzionali, scelta e proporzionamento dei componenti, regole di coordinamento e vincolo normativi.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

1. Componenti simmetriche: definizione e proprietà.

2. Applicazione del metodo delle componenti simmetriche per il calcolo delle configurazioni di guasto. Modelli di sequenza dei principali componenti.

3. Calcolo delle correnti di corto circuito secondo norma IEC 909.
4. Proiezione di videocassette su argomenti impiantistici (prove di laboratorio, stazioni AT, ecc.).
5. Applicazione di programmi di calcolo commerciali al progetto di reti elettriche BT.
6. Progetto di impianti di rifasamento.
7. Visite a cabine elettriche.

## **Bibliografia**

Testi di riferimento: nessuno

Testi ausiliari:

Iliceto, Impianti elettrici, Patron.

Cataliotti, Impianti elettrici, Flaccovio.



## **H2702 IMPIANTI ELETTRICI II**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Roberto NAPOLI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire i concetti e le tecniche fondamentali per l'analisi, la gestione ed il controllo dei sistemi elettrici per la generazione e la trasmissione dell'energia elettrica. Vengono in particolare considerati aspetti metodologici della modellizzazione, ottimazione e controllo, suscettibili di applicazioni a sistemi complessi di natura anche completamente diversa.

### **Prerequisiti**

Elettrotecnica, Macchine elettriche, Impianti elettrici I.

### **Programma**

#### **GENERAZIONE E TRASMISSIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA**

##### **ELEMENTI INTRODUTTIVI:**

Funzione dell'energia elettrica nel sistema energetico. Caratteristiche principali del sistema elettrico e strutture tipiche per i sistemi di generazione, trasmissione e distribuzione. Qualità del servizio ed obiettivi di gestione e controllo riferiti ai vari orizzonti temporali.

##### **PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA:**

Sistemi di generazione dell'energia elettrica. Differenti tipi di centrali. Diagrammi di carico e criteri di utilizzazione delle varie centrali. Margini di riserva ed affidabilità. Previsione dei carichi.

##### **TRASMISSIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA:**

Confronto fra corrente continua e corrente alternata. Struttura della rete A.T. Stazioni primarie.

##### **MODELLI PER L'ANALISI:**

Modelli dei vari componenti elettrici nel funzionamento a regime. Macchine sincrone: curve limiti, parallelo di alternatori, compensatori, regolatori di potenza e di tensione. Trasformatori: trasformatori a più avvolgimenti, autotrasformatori, trasformatori per la regolazione. Linee di trasmissione: linee aeree, linee in cavo. Condensatori. Apparat statici.

##### **STRUMENTI E TECNICHE PER L'ANALISI:**

Matrice delle ammettenze e delle impedenze nodali. Analisi dei flussi di carico: vincoli ed obiettivi. Tecniche di soluzione delle equazioni di load-flow.

#### **GESTIONE E CONTROLLO DI SISTEMI ELETTRICI**

##### **GESTIONE DI UN SISTEMA ELETTRICO:**

Caratterizzazione degli stati di funzionamento. Strategie di gestione ottimale del servizio in relazione a prefissati obiettivi. Dispacciamento ottimale. Analisi di sensitività. Valutazioni di sicurezza. Regolazione attiva (frequenza-potenza) e reattiva.

## **GUASTI E PROTEZIONI:**

Studio delle correnti di guasto in grandi sistemi. Sistemi di protezione. Protezione degli alternatori, dei trasformatori e delle linee. Sovratensioni e coordinamento dell'isolamento.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Gli allievi applicheranno le tecniche studiate a semplici sistemi elettrici di studio, anche con l'ausilio del PC. In particolare sono previste esercitazioni numeriche su:

- calcolo delle matrici ammettenza ed impedenza
- soluzione delle equazioni di load-flow
- dispacciamento ottimale puramente termico con e senza perdite
- dispacciamento ottimale misto
- coordinamento dell'isolamento

### **Bibliografia**

Testo di riferimento:

Cataliotti, Impianti elettrici, Vol. 2, Flaccovio,

Testi ausiliari:

Iliceto, Impianti Elettrici, Patron

Grainger, Stevenson: Power System Analysis, Mc Graw Hill

Elgerd, Electric Energy System Theory. Mc Graw Hill

Weedy, Electric Power Systems, Wiley

### **Esame**

Prove scritte di accertamento al termine di ogni modulo. Colloquio orale finale.

Per gli allievi che non usufruiranno degli accertamenti, è previsto un esame finale, con scritto di ammissione e prova orale.



## **H2720 IMPIANTI INDUSTRIALI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Francesco SPIRITO</b>

---

### **Presentazione del corso**

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

### **Prerequisiti**

Statistica, ricerca operativa.

### **Programma**

Criteri di progettazione degli impianti industriali. La disposizione dei macchinari e dei reparti.

Applicazione di metodi di ricerca operativa alla progettazione degli impianti industriali.

I trasporti interni agli stabilimenti 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 prodotte nelle lavorazioni industriali.

Isolamento e riduzione dei rumori e delle vibrazioni in campo industriale.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Progettazione di massima di un impianto industriale.

### **Bibliografia**

A. Monte, Elementi di impianti industriali, Cortina, Torino.

## **H2780 IMPIANTI PER LA COGENERAZIONE E IL RISPARMIO ENERGETICO**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di esaminare i sistemi a energia totale, evidenziando le caratteristiche tecniche ed economiche che li contraddistinguono, e mettendo in evidenza le varie forme di risparmio energetico che possono essere avviate in un processo di razionalizzazione e corretto uso dell'energia nei processi industriali.

### **Prerequisiti**

Energetica I/Sistemi energetici I, Energetica II/Sistemi energetici II.

### **Programma**

- Sistemi ad energia totale  
Premesse termodinamiche. La cogenerazione di calore e potenza. Il ciclo di turbina a vapore, a recupero totale e parziale. Il ciclo della turbina a gas. Il ciclo combinato gas-vapore. Il ciclo binario. Il ciclo del motore Diesel.
- Prestazione di un sistema a cogenerazione  
Definizione di processo, sistema e centrale di cogenerazione. Classificazione. Condizioni nominale di un sistema di cogenerazione. Parametri significativi.  
Criteri economici di valutazione dei costi di costruzione dei sistemi di cogenerazione, del costo di distribuzione dell'energia, dei costi di gestione, e di mantenimento in efficienza.
- Cogenerazione e teleriscaldamento  
Caratteristiche dell'impianto sotto il profilo energetico e di impatto ambientale. Analisi di fattibilità del teleriscaldamento urbano.
- Alcune soluzioni di produzione combinata elettricità-calore. Il sistema Totem. L'impianto di cogenerazione di Vallette. L'impianto di cogenerazione di Torino sud.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni numeriche relative a sistemi cogenerativi reali.



## **H2800    IMPIANTI SPECIALI IDRAULICI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Enzo BUFFA, Paolo MOSCA</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso intende dare agli ingegneri elettrici impiantisti le necessarie informazioni riguardanti l'idraulica di base e la costruzione ed il funzionamento dei sistemi di generazione idroelettrici.

È suddiviso in due parti, la prima con argomenti di idraulica generale propedeutici alla seconda parte, che comprende tipologie e metodi di calcolo e progettazione della parte idraulica degli impianti idroelettrici.

### ***Programma***

Prima parte.

Idraulica generale, idrostatica e dinamica dei fluidi perfetti, dinamica dei fluidi reali, condotte in pressione, canali, colpo d'ariete, equazioni di base delle macchine idrauliche (Eulero).

Seconda parte.

Idrologia, tipologia impiantistica, cenni su dighe e traverse, condotte forzate, pozzi piezometrici, camere valvole, centrali.

## **H2820 IMPIANTI TERMOTECNICI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso, di taglio fortemente applicativo, è destinato alla formazione di figure professionali quali il progettista di impianti, il responsabile del settore impianti, ambiente, o "energy manager" nell'industria, il funzionario di ente pubblico preposto ai settori dell'energia e dell'ambiente. Elemento didattico fondamentale è lo sviluppo delle esercitazioni progettuali, attorno alle quali è costruito il programma del corso.

### **Programma**

Classificazione e descrizione generale degli impianti termotecnici. Richiami di termodinamica, meccanica dei fluidi e trasmissione del calore (2 h).

Principi della climatizzazione ambientale: teoria di Fanger del confort termoigrometrico; qualità dell'aria negli ambienti confinati; requisiti e condizioni di progetto per il dimensionamento degli impianti di climatizzazione (4 h).

Bilancio energetico di un edificio climatizzato: calcolo del carico termico in condizioni invernali ed estive; riferimenti normativi; analisi delle principali metodologie di calcolo manuale ed informatizzato; richiami sulla termodinamica dell'aria umida (6 h).

Impianti di climatizzazione a tutta aria, misti aria-acqua, a sola acqua ed autonomi: descrizione delle principali tipologie e metodi di dimensionamento; criteri di scelta delle tipologie di impianto, problemi installativi; conduzione e manutenzione degli impianti; cenni alla regolazione degli impianti (8 h).

Reti di distribuzione dei fluidi (aria ed acqua); canali di distribuzione dell'aria: dimensionamento con i metodi a velocità imposta, a caduta di pressione costante e a recupero di pressione statica; scelta del ventilatore, verifica e bilanciamento; tubazioni di distribuzione dell'acqua: dimensionamento della rete, verifica e bilanciamento (6 h).

Impianti di riscaldamento e ventilazione per edifici civili e industriali: tipologie costruttive; problemi di installazione e conduzione; ventilazione naturale e forzata (4 h).

Generatori di calore: tipologie costruttive, bilancio energetico, definizioni e metodi di misura dei rendimenti; camini: metodi di dimensionamento e verifica; riferimenti normativi (4 h).

Normativa per la sicurezza dei generatori di calore e degli apparecchi in pressione (D.M. 1.12.75). Problemi di prevenzione incendi nelle centrali termiche. Normativa per l'installazione delle apparecchiature domestiche a gas (4 h).

Scambiatori di calore: tipologie costruttive; dimensionamento con i metodi LMTD e NTU; norme TEMA.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni di progetto:

Progetto degli impianti di climatizzazione di un complesso industriale (stabilimento/uffici):: calcolo dei carichi termici estivi ed invernali, scelta delle tipologie di impianto e dimensionamento dei componenti fondamentali, schemi funzionali, progetto delle reti di distribuzione aria e acqua.



Progetto della centrale termofrigorifera del complesso industriale: dimensionamento dei generatori di calore e dei gruppi frigoriferi, dimensionamento dei camini, schemi funzionali, apparecchiature di sicurezza e prevenzione incendi.

Esercitazione di laboratorio:

esperienza di utilizzazione di un banco sperimentale sulla climatizzazione ambientale.

Verranno inoltre organizzate visite ad impianti termotecnici esistenti.

## **Bibliografia**

Il docente mette a disposizione degli studenti una raccolta di documenti (leggi, normative, articoli, ecc.) per lo svolgimento delle esercitazioni di progetto e per l'approfondimento dei temi trattati. Quali testi di riferimento per ulteriori approfondimenti si segnalano:

Anselmi, Lorenzi. 'Elementi di impianti di riscaldamento' e 'Elementi di impianti di condizionamento dell'aria'. Ed. Masson.

Amerio, Sillitti. 'Elementi di impianti tecnici'. Ed. SEI.

Pizzetti. 'Il condizionamento dell'aria'. Ed. Masson.

Andreini, Pitimada. 'Riscaldamento degli edifici'. Ed. Hoepli.

Alfano, Filippi, Sacchi. 'Impianti di climatizzazione per l'edilizia'. Ed. Masson.

'ASHRAE Handbook' (4 volumi).

## **Esame**

Prova scritta che consiste in una domanda di teoria, un esercizio numerico e nel commento ad uno schema di impianto; colloquio orale relativo alle sole esercitazioni di progetto e di laboratorio, che potranno essere svolte in gruppi di due (massimo tre) persone. La valutazione si basa per il 50% sulle esercitazioni e per il 50% sulla prova scritta.

# 01BIZ INTERRUITORI E AMPLIFICATORI

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01AIK oppure 01ATW
Docente:	Franco MADDALENO

---

## **Presentazione del corso**

Il corso di Interruttori e Amplificatori ha lo scopo di presentare gli aspetti progettuali e realizzativi dei piú importanti circuiti amplificatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza (1 kW). Particolare enfasi sarà data all'amplificazione in DC e a bassa frequenza, usata per il comando di piccoli attuatori.

## **Prerequisiti**

Essendo questo un corso di tipo circuitale applicativo, è richiesta una forte propensione per gli argomenti di tipo circuitale e un'ottima conoscenza dei corsi circuitali precedenti. È pure richiesta una buona conoscenza della strumentazione di laboratorio e di un simulatore circuitale.

## **Programma**

Cenni ai dispositivi di potenza: Diodo, transistore bipolare, transistore ad effetto di campo (MOSFET), IGBT

Interruttori elettronici: MOSFET, BJT, caratteristiche e uso. Amplificazione di segnali: pilotaggio di carichi resistivi, induttivi e misti. Topologie hi side e low side

Amplificatori lineari: Retroazione e stabilizzazione. Analisi, progetto e misura dell'anello di retroazione. Amplificatori in classe B, G e H, caratteristiche e rendimenti. Operazionali di potenza. Distorsioni e intermodulazioni. Amplificatori a commutazione (classe D). Problemi termici in regime transitorio

Caratteristiche generali degli amplificatori e alimentatori: Classificazione, Specifiche, Affidabilità, Prestazioni, Protezioni, Standard, Interferenze elettromagnetiche.

Saranno effettuate alcune esercitazioni sperimentali in laboratorio.

## **Bibliografia**

Il corso non segue fedelmente un libro di testo, ma gli argomenti trattati sono completamente coperti da ottimi appunti disponibili in copisteria (Politeko). Per alcuni argomenti vi sono dispense supplementari del docente e articoli su riviste indicate durante il corso.

## **Esame**

Vi sono due forme di esame, tradizionale oppure con homework e progetto. L'esame tradizionale è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria presso la segreteria di Elettronica) e da un orale. Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamen-



to dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

L'esame può anche essere superato svolgendo individualmente e consegnando ogni settimana gli homework (ed eventuale tesina). Il voto finale sarà basato per il 40% sugli esercizi, per il 40% sui progetti e il restante 20% sulla discussione degli homework.

## H3090 LOCALIZZAZIONE DEI SISTEMI ENERGETICI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Evasio LAVAGNO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di analizzare le metodologie e le procedure di localizzazione di impianti, infrastrutture e sistemi energetici con particolare attenzione rivolta alle soluzioni tecnologiche di salvaguardia ambientale. La scelta tra soluzioni alternative, a parità di servizi resi, viene impostata sulla base di un approccio di tipo sistemico, che si pone obiettivi di razionalizzazione tecnico-economica ed ambientale. Viene sviluppata una applicazione progettuale con caratteristiche di studio di fattibilità.

### **Prerequisiti**

Fisica tecnica, Macchine, (Energetica e sistemi nucleari).

### **Programma**

- **Elementi di ecologia e di energetica. [8 ore]** (gli argomenti segnati con \* verranno sviluppati principalmente per gli studenti che non hanno seguito il corso di Energetica e sistemi nucleari)

*Elementi di ecologia \**

Gli ecosistemi. Gli elementi costitutivi dell'ambiente naturale e i principali cicli materiali nell'ambiente naturale. Le perturbazioni naturali e antropogeniche.

*Le forme e le trasformazioni dell'energia \**

Le forme dell'energia. Le trasformazioni dell'energia: spontanee, reversibili, irreversibili. Energia, exergia, anergia. Analisi energetica di processi e sistemi: metodi, modelli e applicazioni.

*Cenni storici e scenari per il futuro \**

I contributi delle varie forme primarie al soddisfacimento dei fabbisogni; fonti primarie, risorse, riserve; processi di trasformazione; fabbisogni energetici ed usi finali. Evoluzione storica dei consumi; descrizione di alcune situazioni nazionali caratteristiche; previsioni e scenari. La situazione italiana nel contesto europeo.

*L'approccio sistemico all'analisi dei sistemi energetici.*

I cicli energetici: le fonti primarie e quelle rinnovabili. L'energia nucleare. I combustibili fossili: carbone, olio, gas naturale. I combustibili secondari: i prodotti delle trasformazioni del carbone e della biomassa. Il ciclo dell'idrogeno.

- **Gli impianti, i cicli ed i sistemi energetici. [20 ore]**

*Impianti e sistemi per la produzione di energia elettrica e di energia termica.*

I processi di combustione (richiami). Caldaie, turbine a vapore e a gas, motori alternativi; cicli combinati; celle a combustibile. Impianti nucleari. La produzione combinata di energia elettrica e termica. Le pompe di calore.

*Schemi di impianto.*

Descrizione di alcune schemi particolarmente significativi in merito alle soluzioni tecnologiche adottate per la riduzione dell'impatto e del rischio ambientali.

Valutazioni qualitative e quantitative dei rilasci di esercizio e dei rilasci incidentali.

Tecniche di controllo e riduzione delle emissioni.



La prevenzione del rischio.

Le infrastrutture necessarie per la gestione dei cicli energetici.

Il vettore di energia e le reti energetiche. Le interconnessioni sovranazionali.

Il ciclo completo del combustibile e l'impatto ambientale complessivo.

**- Il contesto normativo in merito ai processi di localizzazione dei sistemi energetici e agli standards ambientali. [8 ore]**

*Norme e procedure della legislazione nazionale ed internazionale.*

- Gli standards di qualità ambientale. Normativa USA, CEE ed italiana. Analisi critica di alcuni casi rilevanti di processi localizzativi. Le localizzazioni di impianti elettronucleari.

**- Analisi di impianti e sistemi energetici. [24 ore]**

*Definizione dei parametri di valutazione.*

In termini di validità: tecnologica, energetica, socio-economica, territoriale, ambientale. Le analisi costi/benefici.

*Criteri e metodi per la valutazione delle alternative.*

La modellazione dei sistemi energetici. Modelli integrali. Modelli per la valutazione delle alternative di localizzazione. Le procedure per la scelta e la qualificazione dei siti: l'esperienza nucleare.

*Energia e aree urbane.*

La pianificazione energetica territoriale. Le aree urbane. La zonizzazione territoriale.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni e le attività del laboratorio didattico consistono nello sviluppo di casi concernenti diversi sistemi energetici, produttivi e/o territoriali. Verrà sviluppata una applicazione a livello di studio di fattibilità.

### **Bibliografia**

Verrà messo a disposizione materiale di documentazione e verranno forniti riferimenti bibliografici.

### **Esame**

Il colloquio di esame comprende la discussione degli elaborati di esercitazione e laboratorio.

## **H3110    MACCHINE**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Paolo CAMPANARO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Nel corso sono esposti i principi termodinamici e fluidodinamici necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle turbomacchine a fluido. Di queste viene poi sviluppata l'analisi del funzionamento nei tipi di più comune impiego, con l'approfondimento richiesto dall'obiettivo di far diventare l'allievo nella sua futura attività professionale un accorto utilizzatore, sia nella scelta delle macchine stesse sia nel loro esercizio. A questo scopo vengono esaminati problemi di scelta, di installazione, di regolazione, sia in sede di lezione sia in sede di esercitazione, dove vengono esemplificate le necessarie calcolazioni.

### **Prerequisiti**

Sono nozioni propedeutiche essenziali quelle presenti nel corso di Fisica Tecnica e, in parte, nel corso di Meccanica Applicata alle Macchine.

### **Programma**

#### *TERMOFLUIDODINAMICA (2 crediti)*

- Considerazioni generali sulle macchine a fluido motrici ed operatrici. Classificazioni. Principio della Termodinamica in sistemi chiusi e aperti. Fluidodinamica nelle macchine. Effusori e diffusori, geometria dei condotti. [10+8 ore]

#### *TURBINE A VAPOR D'ACQUA (3 crediti)*

- Cicli e schemi di impianti a vapore d'acqua; mezzi per migliorare il rendimento dell'impianto. Cicli rigenerativi. Impianti a vapore con produzione combinata di energia meccanica e termica. [8+5 ore]

- Turbine. Triangoli di velocità. Stadi ad azione e a reazione, portate, potenze, funzionamento in condizione di progetto. Turbine assiali e radiali. Dimensionamento. Funzionamento fuori progetto della turbina. Regolazione degli impianti a vapore. La condensazione. [12+8 ore]

#### *TURBOMACCHINE A GAS (3 crediti)*

- Turbocompressori di gas; classificazione, funzionamento. Generalità sui turbocompressori. Similitudine di funzionamento. Caratteristica adimensionata di un turbocompressore. La regolazione dei turbocompressori. [10+4 ore]

- Turbine a gas; considerazioni termodinamiche sul ciclo, ciclo ideale e ciclo reale. Funzionamento in condizione di massimo lavoro e di massimo rendimento. Prestazioni, mezzi per migliorare il rendimento dell'impianto. Organizzazione meccanica dell'impianto, schema monoalbero e bialbero, funzionamento e regolazione degli impianti. Ciclo con aria e ciclo con elio: analisi comparata delle due soluzioni. I cicli combinati. [13+4 ore]

#### *TURBOMACCHINE IDRAULICHE (2 crediti)*

- Turbine idrauliche: le turbine Pelton, le turbine Francis, le turbine Kaplan, loro funzionamento. Le condizioni di massimo rendimento. La regolazione delle turbine idrauliche. [7+3 ore]



- Le turbopompe: prestazioni, funzionamento, regolazione. Caratteristica della turbopompa. La cavitazione nelle turbopompe. Le pompe-turbine. [5+3 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Il corso delle esercitazioni prevede specifiche applicazioni di calcolo sulle turbomacchine trattate a lezione. Tali applicazioni consentono di preparare l'allievo al superamento della prova scritta d'esame.

### **Bibliografia**

Appunti delle lezioni e delle esercitazioni sono messi a disposizione degli allievi.  
Giuseppe Cantore 'Macchine' Progetto Leonardo 1996 ed. Esculapio (Bologna).  
Giovanni Lozza 'Turbine a gas e cicli combinati' Progetto Leonardo 1996 ed Esculapio (Bologna).

### **Esame**

L'esame consiste nel superamento di una prova scritta e di una prova orale. La prova scritta serve a valutare la capacità dell'allievo a risolvere problemi applicativi sulle turbomacchine. La prova scritta e la prova orale sono svolte all'interno dello stesso appello d'esame.

## **H3130    MACCHINE ELETTRICHE**

Periodo: 1  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente: **Paolo FERRARIS**

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di introdurre le metodologie fondamentali utili all'analisi del funzionamento di quei dispositivi elettromeccanici statici o rotanti che possono pensarsi alla base della realizzazione delle principali macchine elettriche nella loro veste industriale. Su tali basi ci si propone di analizzare i fenomeni più elementari del funzionamento delle quattro macchine classiche e di procedere, ove possibile, ad una loro descrizione quantitativa. Cenni alle tecniche realizzative delle macchine sono introdotti limitatamente a quanto necessario per formulare un modello fisico studiabile. Questo aspetto dovrebbe essere parzialmente completato da ricognizioni su macchine industriali.

### **Prerequisiti**

Nozioni propedeutiche sono quelle relative alle fenomenologie elettriche e magnetiche, ed alle tecniche elementari per la realizzazione di dispositivi elettromeccanici. Esse sono riconducibili ai contenuti dei corsi di Fisica e di Elettrotecnica I e II.

### **Programma**

#### **- TRASFORMATORI.**

Avvolgimento percorso da corrente, grandezze caratteristiche, circuito equivalente elettrico e magnetico, convenzioni di segno. Circuiti magneticamente accoppiati, circuito equivalente elettrico e magnetico; principio di dualità; equazioni e funzionamento.

Trasformatore monofase ideale; adattatore di impedenza. Trasformatore monofase reale: corrente magnetizzante; circuiti magnetici reali; perdite nel ferro; trasformatore in regime sinusoidale; diagramma vettoriale; simulazione delle perdite nel ferro. Potenza nominale; rendimento. Funzionamento a vuoto; funzionamento in corto circuito; determinazione dei parametri caratteristici; le perdite addizionali. Funzionamento sotto carico; variazione di tensione da vuoto a carico; diagramma di Kapp. Funzionamento in parallelo di trasformatori monofasi; analisi di comportamento e condizioni di buon funzionamento.

Trasformatori trifasi. Circuito magnetico equivalente; semplificazioni in caso di buona simmetria. Tipo di collegamenti, gruppi di appartenenza. Funzionamento a vuoto, effetto della saturazione. Effetto della presenza di un avvolgimento a triangolo sui flussi omopolari. Funzionamento con carichi squilibrati, a seconda del tipo di collegamento primario. Trasformatore con collegamento a zig-zag. Autotrasformatore; funzionamento e peculiarità; parametri caratteristici.

#### **- MACCHINE ROTANTI IN CORRENTE ALTERNATA.**

Strutture delle macchine rotanti: definizione di fmm distribuita prodotta da conduttori posti al traferro, fmm dovuta a una o più spire, analisi armonica delle distribuzioni spaziali di fmm.

Effetto di un avvolgimento percorso da corrente sinusoidale. Campo rotante di tre avvolgimenti percorsi da una terna di correnti equilibrate; definizione del numero di spire equivalenti per la produzione di fmm.



Rappresentazione di fmm al traferro mediante vettori spaziali. Flusso al traferro, riluttanza equivalente, vettore flusso. Flusso concatenato e fem, in spire al traferro in regime sinusoidale.

Fattori di avvolgimento, numero di spire equivalenti dal punto di vista della generazione di fem; dipendenza dal tipo di avvolgimento.

Rappresentazione mediante vettori spaziali di tutte le grandezze di macchina e di avvolgimento.

- **MACCHINE SINCRONE TRIFASI.**

Tipi di strutture e definizioni.

Macchina isotropa in condizioni di linearità magnetica. Equazioni elettriche e magnetica in regime sinusoidale. Diagramma vettoriale.

Determinazione della corrente di eccitazione note le condizioni elettriche di carico. Effetti della reazione di indotto. La reattanza sincrona. Circuito equivalente in linearità di una macchina isotropa. Effetto della saturazione.

Individuazione degli assi privilegiati di macchina note le condizioni di carico. Scomposizione di tutte le grandezze di macchina secondo componendi d e q. Analisi del funzionamento con carichi reattivi. Caratteristiche a corrente costante a  $\cos(\phi)=0$ ; il triangolo di Potier.

Fenomeni di autoeccitazione, caratteristica di autoeccitazione. Diagramma circolare, curve a V, la macchina sincrona come carico reattivo fittizio. Caratteristica elettromeccanica della macchina isotropa, condizioni di stabilità.

Macchine anisotrope, effetti distorcimenti dell'anisotropia. Scomposizione delle equazioni secondo i due assi, reattanza sincrona diretta e in quadratura. Diagramma vettoriale. Caratteristica elettromeccanica delle macchine anisotrope.

Cenno ai problemi di misura di parametri delle macchine sincrone.

- **MACCHINE A INDUZIONE.**

Struttura e funzionamento qualitativo.

Fem indotte e fmm prodotte da sistemi polifasi di avvolgimenti statorici e rotorici. Funzionamento a rotore fermo come sfasatore. Funzionamento a rotore in movimento, scorrimento.

Rappresentazione con vettori spaziali delle grandezze statoriche e rotoriche.

Interpretazione del funzionamento mediante circuito equivalente primario e secondario. Deduzione e interpretazione del circuito equivalente completo. Rapporto di trasformazione per le correnti e per le fmm. Circuito equivalente riportato al primario e sue elaborazioni. Diagramma circolare.

Potenza in gioco nella macchina a induzione e loro interdipendenza. Caratteristica elettromeccanica e sue peculiarità. Il ruolo della resistenza rotorica, e degli altri parametri fondamentali.

Le rette caratteristiche sul diagramma circolare.

- **MACCHINE A CORRENTE CONTINUA.**

Generalità, l'anello di Pacinotti, deduzioni della struttura classica per la macchina in cc.

L'avvolgimento rotorico ed il commutatore a lamelle. Fem e coppia prodotta in macchina a eccitazione indipendente. Reazione di indotto e suoi effetti, effetto dello spostamento del piano di commutazione. Il fenomeno della commutazione, gli avvolgimenti ausiliari e di compensazione. Caratteristica elettromeccanica e sua utilizzazione mediante regolazione nell'armatura e nel campo. La regolazione a potenza costante, significato delle regolazioni miste.

## Laboratori e/o esercitazioni

Le esercitazioni in aula mirano ad illustrare gli aspetti essenziali degli argomenti svolti a lezione con esempi dei tipi di funzionamento delle macchine e delle loro applicazioni più rilevanti dal punto di vista pratico.

Particolare importanza è data alla risoluzione per via analitica e grafica, dei problemi concernenti il funzionamento e la costruzione delle macchine elettriche più importanti al fine di produrre una acquisizione diretta di notizie circa gli ordini di grandezza di parametri elettrici meccanici e termici che condizionano il funzionamento ed il progetto delle più comuni macchine.

Le esercitazioni di laboratorio avranno lo scopo di verificare su macchine reali i principali fenomeni descritti a lezione ed i dati ottenuti nelle esercitazioni in aula.

## Bibliografia

A. Carrer, Macchine elettriche. Vol. 1-4, Levrotto & Bella, Torino.

S. Crepez, Macchine elettriche, CLUP, Milano.

G. Someda, Elementi di costruzione delle macchine elettriche, Pàtron, Bologna.

Fitzgerald, Kingsley, Electric machinery, McGraw-Hill, New York.



## **H3210    MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Guido BELFORTE (1° Corso)</b> <b>Carlo FERRARESI (2° Corso)</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Scopo del corso è descrivere le leggi fondamentali che regolano il funzionamento dei dispositivi meccanici e delle macchine, effettuare l'analisi funzionale dei componenti meccanici e l'analisi dinamica dei sistemi meccanici.

### ***Prerequisiti***

Nozioni di meccanica di base.

### ***Programma***

**ATTRITO.** Attrito radente e volvente. Impuntamento. Applicazione al moto di ruote e veicoli, meccanismi articolati, guide a ruli, montaggi di perni. (10 ore)

**COMPONETI E SISTEMI AD ATTRITO.** Sistema vite-madrevite: rendimento, reversibilità, viti differenziali. Freni a pattini piani, a tamburo, a disco, a nastro. Frizioni piani, multiple, coniche. (16 ore)

**TRASMISSIONI CON FLESSIBILI.** Cinghie piane e trapezoidali: condizioni di funzionamento, rapporto di trasmissione, rendimento. Cinghie dentate. Funi. Catene. Paranchi. (10 ore)

**COMPONENTI PER LA TRASMISSIONE DEL MOTO.** Supporti a rotolamento. Supporti lubrificati: proprietà dei lubrificati, teoria elementare della lubrificazione, perni e pattini lubrificati. Giunti elastici, articolati, giunto di Cardano, giunti omocineticici. Sistemi a camme. (14 ore)

**RUOTE DENTATE E ROTISMI.** Ruote cilindriche a denti dritti e denti elicoidali, ruote coniche. Elementi geometrici, interferenza, proporzionamento modulare, minimo numero di denti, forze scambiate e reazioni sui supporti. Trasmissione tra assi sghembi. Coppia vite senza fine -ruota elicoidale. Rotismi ordinari ed epicicloidali. Differenziali e cambi di velocità. (24 ore)

**EQUILIBRI DINAMICI.** Applicazioni del teorema della quantità di moto, del momento della quantità di moto e dell'energia. Sollecitazioni dinamiche su elementi rotanti ed equilibrio dei rotori. Studio dei fenomeni transitori nelle macchine. Accoppiamento di macchine motrici ed operatrici. funzionamento in regime periodico. Calcolo dei volani. (14 ore)

**VIBRAZIONI.** Sistemi a parametri concentranti a uno e più gradi di libertà. Misura delle vibrazioni. Trasmissibilità. Velocità critiche. (12 ore)

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Le esercitazioni in aula consisteranno nello svolgimento di esercizi relativi a quanto sviluppato nelle lezioni, con particolare riferimento all'uso di dati numerici e alle unità

di misura. Durante ogni esercitazione saranno forniti i testi di vari esercizi, che gli studenti sono invitati a svolgere nel corso della settimana; la soluzione degli esercizi proposti sarà presentata a volta successiva.

Potranno essere effettuate esercitazioni sperimentali di laboratorio, svolta a gruppi di circa otto studenti. Esse riguarderanno misure di rendimento su motori e riduttori di velocità.

## **Bibliografia**

G. Belforte, *Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Levrotto e Bella, Torino, 1997.

C. Ferraresi, T. Raparelli, *Meccanica applicata*, Ed. CLUT, Torino, 1997

## **Esame**

L'esame si svolge in forma orale sull'intero programma del corso (lezioni ed esercitazioni). Saranno svolti due accertamenti scritti durante il corso, a parziale o totale esonero dell'esame.



## **H3280    MECCANICA DEI ROBOT**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Stefano PASTORELLI</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso affronta tematiche tipiche della progettazione e della caratterizzazione di robot, con particolare attenzione alle applicazioni industriali. Vengono fornite le metodologie per l'analisi cinematica e dinamica di robot e per la pianificazione dei movimenti. Inoltre vengono presentati i principali componenti meccanici per robot descrivendone le tipologie costruttive e le caratteristiche funzionali.

### ***Prerequisiti***

Il corso è interdisciplinare e affronta in modo approfondito tematica proprie della Meccanica. Sono richieste le nozioni dell'Analisi, della Geometria della Meccanica Razionale e della Meccanica Applicata.

### ***Programma***

Introduzione al corso. Tipologie di robot: definizioni e classificazione delle strutture meccaniche di robot; tipologie di robot industriali; esempi di applicazioni.

Cinematica dei robot: metodi per la descrizione del posizionamento e dell'orientamento di un corpo nello spazio mediante rappresentazione vettoriale. Trasformazioni cinematiche nello spazio: traslazioni, rotazioni, trasformazioni omogenee. Angoli di Eulero. Formula di Rodriguez. Metodo di Denavit-Hartenberg per la descrizione del posizionamento relativo tra gli elementi di un robot. Espressioni ricorsive delle velocità e delle accelerazioni dei giunti e degli elementi di un robot. Determinazione della matrice Jacobiana. Esempi di analisi cinematica diretta e inversa di robot; configurazioni singolari.

Statica dei robot: equazioni di equilibrio, principio dei lavori virtuali. Dinamica dei robot: equazioni di Newton-Eulero, equazioni di Lagrange.

Pianificazione del movimento: traiettorie del moto di manipolatori; traiettorie nello spazio dei giunti e nello spazio cartesiano; punti virtuali lungo la traiettoria; traiettorie di raccordo con rotazioni coniche; valutazione degli errori di posizionamento; oscillazioni di un manipolatore per diversi tipi di traiettorie; valutazione della frequenza fondamentale; valutazione del massimo overshoot con diverse leggi di comando.

Componenti meccanici per robot. Cenni sui sistemi per la trasmissione e la trasformazione del moto (trasmissioni con flessibili, con alberi coassiali; meccanismi articolati). Tipologie e schemi funzionali e realizzativi di polsi per robot; analisi cinematica dei polsi; metodo di definizione del livello di degenerazione. Riduttori di velocità; riduttori epicicloidali: rapporto di trasmissione e valutazione del rendimento; riduttori speciali: Harmonic Drive, articolati [Redax, Cyclo], Teijin-Seiki. Sistemi di presa e manipolazione per robot: tipologie, schemi funzionali e realizzativi.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

E' previsto lo svolgimento di esercitazioni in supporto agli argomenti sviluppati a lezione. Le esercitazioni prevedono sia attività in aula, sia attività sperimentale in laboratorio.

rio, entrambe svolte dagli studenti con supporto del personale docente. In aula vengono affrontati esempi numerici di applicazione delle metodologie di indagine cinematica e dinamica tipiche dei robot industriali. Per l'attività sperimentale gli studenti sono suddivisi in squadre che si alternano nello svolgimento di esperienze laboratorio sui seguenti temi: sensore tattile di forza di contatto nella presa di oggetti per mani robotizzate; rilievo sperimentale dello spazio di lavoro ed esempi applicativi di manipolatori innovativi pneumatici flessibili; attuatori innovativi pneumatici ad elevata forza di attuazione; robot multisnodo a tre gradi di libertà; robot ad architettura parallela a sei gradi di libertà.

## **Bibliografia**

A. Romiti, Cinematica E Dinamica Dei Robot, [dispense del corso].  
King-Sun Fu, R.C. Gonzalez, C.S. George Lee, Robotica, Mc Graw - Hill  
E.I. Rivin, Mechanical Design Of Robots, Mc Graw - Hill  
R. Paul, Robot Manipulators, M.I.T. Press.  
J. Craig, Introduction To Robotics Mechanics And Control, Addison Wesley.  
Mackerrow, Introduction To Robotics, Addison Wesley.

## **Esame**

L'esame viene svolto in forma orale.



# H3500 METODI PROBABILISTICI, STATISTICI E PROCESSI STOCASTICI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Grazia VICARIO

---

## **Presentazione del corso**

Scopo del corso è quello di fornire agli allievi di Ingegneria Gestionale e di altri corsi per cui sia dichiarato materia opzionale sia nozioni fondamentali di Calcolo delle Probabilità e Statistica, che consentano gli opportuni approfondimenti in campo teorico, sia conoscenze a livello operativo dei principali metodi statistici applicati in campo tecnico ed economico. A tal fine, accanto alla trattazione teorica, viene riservato un opportuno spazio per la trattazione di problemi pratici di frequente ricorrenza, illustrando mediante esempi, applicabilità e limiti dei metodi usati.

## **Prerequisiti**

Analisi Matematica I, Geometria (Gestionali), Analisi Matematica II (altri corsi di laurea).

## **Programma**

### *Probabilità.*

Definizioni di probabilità e loro applicabilità, nozioni di calcolo combinatorio, regole di calcolo delle probabilità, probabilità a posteriori, la formula di Bayes.

### *Distribuzioni.*

Variabile casuale (discreta e continua), distribuzioni di variabili discrete e continue, principali distribuzioni teoriche, parametri principali relativi a posizione, dispersione, forma, disuguaglianza di Tchebycheff.

### *Statistica descrittiva.*

Concetti di popolazione, campione e metodi di campionamento, distribuzioni sperimentali (classi e rappresentazioni grafiche), misure di tendenza centrale e di dispersione, metodi grafici, GPN e suo impiego diagnostico, presentazione di un Package statistico.

### *Distribuzioni congiunte.*

Distribuzioni congiunte, covarianza e coefficiente di correlazione, distribuzione normale bidimensionale, somma, prodotto e quoziente di variabili casuali, distribuzione del massimo e del minimo, applicazioni allo studio dell'affidabilità.

### *Inferenza statistica.*

Distribuzioni campionarie, teorema del limite centrale e sue applicazioni ed implicazioni, stima puntuale, stimatori e loro proprietà, intervallo di fiducia e limiti di fiducia per medie, osservazioni a coppie, varianze, proporzioni, basi logiche di un test di ipotesi, tipi di errori e loro controllo, livello e test di significatività, curve caratteristiche operative e loro uso, test riguardanti le medie, le proporzioni, la varianza e confronto fra due o più varianze.

### *Analisi della varianza.*

Analisi della varianza per uno e due fattori controllati. Replicazioni.

Regressione. Regressione lineare semplice (valutazione di adattamento e variabilità residua), analisi della varianza, osservazioni ripetute, regressione multipla, calcolo con procedimento matriciale, analisi della varianza, correlazione.

### *Processi stocastici.*

Processi di Poisson, cenni alla teoria delle code, catene di Markov; processi markoviani omogenei.

### *Cenni sulla Progettazione degli esperimenti.*

Interdipendenza tra criteri di analisi dei risultati e criteri di pianificazione delle prove, esperimenti fattoriali, effetti principali e interazioni, blocchi e frazionamenti e loro implicazioni.

## **Bibliografia**

Grazia Vicario, Raffaello Levi (1997), *Calcolo delle Probabilità e Statistica per Ingegneri*, Casa Editrice Esculapio, Bologna.

Giulia Aschero, Marco Varetto (1998), *Esercizi di Metodi Probabilistici, statistici e Processi Stocastici*, CLUT, Torino.

## **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta ed una orale, che devono essere sostenute nello stesso appello (eccezionalmente nella seconda sessione ordinaria, periodo di valutazione 'naturale' per il corso di Metodi Probabilistici, Statistici e Processi Stocastici è consentito sostenere la prova scritta e la prova orale in appelli diversi). I candidati che lo desiderino possono optare per un esame esclusivamente basato su una prova scritta: in tal caso il voto finale d'esame non potrà superare i 27/30.

Lo studente che desidera presentarsi alla prova scritta deve prenotarsi, consegnando lo statino presso la Segreteria Didattica del Dipartimento, entro la data che verrà di volta in volta comunicata. Se la prenotazione non viene disdetta, lo studente viene considerato come presente.

Durante le prove scritte lo studente può utilizzare soltanto le macchine calcolatrici; è vietato consultare gli appunti del corso e/o il libro di testo; le tavole, ove necessarie, verranno fornite in aula dalla docente.

Non è consentito uscire dall'aula per nessuna ragione nel corso della prima ora. Se lo studente non si ritira entro la mezz'ora che precede il termine per la consegna della prova scritta, l'esito dell'esame verrà comunque registrato.

L'orale non può essere sostenuto se la prova scritta risulta insufficiente e l'eventuale esito negativo della prova orale comporta la ripetizione della prova scritta in una successiva sessione.



# **01BRR    METODOLOGIE E PROGETTO DEL CONTROLLO DEI PROCESSI**

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CAP oppure 01CAR oppure 01AZX
Docente:	Donato CARLUCCI

---

## ***Presentazione del corso***

Il corso si propone di illustrare le principali metodologie di progetto del controllo dei processi con particolare riferimento ai processi industriali. Nel corso, vengono presentati i metodi di sintesi del controllo con enfasi verso quei metodi idonei sia per una progettazione interattiva, assistita dal calcolatore sia per la realizzazione in forma digitale. Ampio spazio viene dedicato alle moderne teorie del controllo di sistemi reali, cioè per sistemi in presenza di incertezze dovute a conoscenze, sempre imperfette, sia dell'impianto da controllare sia dell'ambiente in cui esso opera. A questo scopo, la teoria rigorosa del controllo viene applicata a numerosi esempi di applicazione.

## ***Prerequisiti***

Teoria dei Sistemi  
Controlli Automatici

## ***Programma***

Il programma comprende i seguenti punti principali:

- fondamenti di teoria del controllo ottimale per sistemi lineari con funzionale di costo quadratico e disturbi a statistica gaussiana. Deduzione dello schema generale del controllo basato sull'uso di uno stimatore dello stato e del controllore. Generalizzazione dello schema per controlli basati su criteri di soddisfacimento di specifiche diverse da quelle ottimali
- analisi di sistemi lineari multivariabili nel dominio della frequenza. Principali proprietà della matrice di trasferimento, zeri e poli: definizioni e significato fisico
- stabilità di un sistema retroazionato e generalizzazione del teorema di Nyquist ai sistemi a molti ingressi e molte uscite
- teoria dell'assegnamento dei poli di un sistema controllato in catena chiusa
- tecniche specifiche di progettazione con l'ausilio del calcolatore
- teoria del controllo adattativo

## ***Laboratori e/o esercitazioni***

Il programma delle esercitazioni comprende, per ogni punto del programma, la presentazione sia di esempi completamente svolti in aula dal docente sia di esempi, da discutere con il docente dopo un approfondimento personale degli argomenti.

Il programma di laboratorio comprende invece i seguenti punti principali:

Esempi di progettazione della legge di controllo.

Esempi di progettazione di strutture adattative di controllo.

## Bibliografia

Sono a disposizione appunti del corso, lezioni ed esercitazioni, forniti dal docente.

Testi ausiliari

M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.

M. Tibaldi: Progetto di sistemi di controllo. Pitagora Editrice, Bologna

C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi. Sistemi di controllo digitale. Progetto Leonardo, Bologna.

G. F. Franklin, J. D. Powell, M. L. Workman. Digital Control of Dynamic Systems.

## Esame

È prevista prova scritta concernente gli aspetti teorici della progettazione.



## H3660 MISURE ELETTRICHE

Periodo: 1  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:

**Franco FERRARIS** (Dipartimento di Elettronica tel. 5644109, FAX 5644099, E-Mail ferraris@polito.it - orario di ricevimento qualunque giorno previo accordo telefonico, mer. 14,30 -18,30 senza accordo preventivo)

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare i metodi e gli strumenti per la misura di grandezze fisiche, con particolare attenzione ai principi di funzionamento e di uso dei sistemi di misura più diffusi nelle varie aree dell'ingegneria elettrica, e di presentare le specifiche disposizioni circuitali usate per la misura di alcune grandezze elettriche.

Il corso è strutturato in due moduli consecutivi: il primo (cinque crediti), un'introduzione alla misurazione e alla strumentazione di base, ha lo scopo di far acquisire agli allievi le conoscenze fondamentali per poter operare nei laboratori sperimentali e per la certificazione della qualità dei prodotti; il secondo (cinque crediti), orientato agli strumenti e ai metodi per le misure elettriche, ha lo scopo di far acquisire le conoscenze teoriche e pratiche fondamentali per l'esecuzione delle principali misurazioni nel campo delle misure elettriche.

### **Prerequisiti**

Fisica, Elettrotecnica, Elettronica Applicata.

### **Programma**

#### MODULO A

##### *Misurazione e misura*

Il procedimento conoscitivo sperimentale. La teoria della misurazione. La teoria rappresentazionale. Diagramma di produzione di una misurazione. Elaborazione dei dati sperimentali per ottenere la misura.

Misure dirette ed indirette

Stima delle incertezze secondo la GUM

Sistema SI e organizzazione metrologica internazionale

Caratterizzazione metrologica di un dispositivo

*Strumentazione e metodi di misura in corrente continua*

Strumenti e metodi per la misura di correnti, tensioni, e resistenze: lo strumento a bobina mobile e magnete permanente, l'ampmetro ed il voltmetro analogici, il tester.

I voltmetri numerici: convertitori digitali/analogici, voltmetro ad approssimazioni successive, parallelo, ad integrazione.

Gli amperometri numerici.

Metodi di zero in corrente continua: il ponte di Wheatstone e varianti, il potenziometro

*La misurazione per la certificazione della qualità dei prodotti*

La misurazione come sorgente dell'informazione nel controllo dei processi e nell'automazione della produzione. Cenni ai sistemi di qualità aziendali.

Certificazione di conformità. Accredimento di laboratori di taratura e di prova.

## MODULO B

L'oscilloscopio a raggi catodici analogico: principio di funzionamento e suo utilizzo come misuratore di forme d'onda nel dominio del tempo.

L'oscilloscopio digitale: principio di funzionamento, prestazioni, caratteristiche peculiari.

Strumenti e metodi per la misura di tensioni e correnti alternate: strumenti a valore medio, a valore di cresta e a valore efficace.

Trasformatori di misura di corrente e di tensione. Partitori di tensione e di corrente.

Misure di potenza elettrica monofase e trifase.

Misure di energia elettrica.

Misure magnetiche: curva normale di magnetizzazione e cifra di perdita dei materiali ferromagnetici.

Strumenti per misura di impedenza: ponti in alternata, Q-metro.

Gli strumenti a microprocessore. prestazioni e configurazione di un sistema automatico per l'acquisizione dei dati.

Strumentazione su scheda PC, cenni al software di gestione.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

### **MODULO A**

Le esercitazioni sperimentali di laboratorio, svolte da studenti divisi in gruppi, sono strettamente integrate con le lezioni ed hanno lo scopo di far acquisire familiarità con gli strumenti ed i metodi di misura delle grandezze elettriche.

#### *ESERCITAZIONI IN AULA*

Comportamento in un laboratorio sperimentale e introduzione ai problemi relativi alla sicurezza Esercizi sul calcolo delle ed incertezze: valutazioni incertezze di classe A e classe B

Illustrazione di esercitazioni sull'uso di strumenti in corrente continua

#### *ESERCITAZIONI (assistite) IN LABORATORIO*

Esecuzione di esercitazioni sperimentali sull'uso di strumenti in corrente continua:

1. Misure in corrente continua (parametri di un bipolo passivo e di un bipolo attivo lineare).
2. Ponte di Wheatstone

### **MODULO B**

Esercitazioni sperimentali della durata di 4 ore ciascuna, precedute da 2 ore in aula di illustrazione dell'esercitazione. Gli allievi sono suddivisi in gruppi di tre-cinque persone per tavolo. Le squadre sono composte da cinque-sei gruppi.

#### *ESERCITAZIONI IN AULA*

Esercizi sul calcolo delle incertezze negli strumenti elettronici

Illustrazione delle esercitazioni sperimentali

#### *ESERCITAZIONI (assistite) IN LABORATORIO*

Esecuzione di esercitazioni sull'uso dell'oscilloscopio analogico e digitale

Esecuzione di esercitazioni sull'uso di strumenti in corrente alternata:

1. Misure in corrente alternata monofase (confronto delle prestazioni di voltmetri in a.c.).
2. Misure sui trasformatori.
3. Misure magnetiche (cifra di perdita e curva normale di magnetizzazione di lamierini ferromagnetici)

Esecuzione di esercitazioni sulla misura di potenza elettrica

Uso di un sistema per l'acquisizione automatica dei dati





# 01BTT    **MODELLISTICA DEI MANIPOLATORI INDUSTRIALI**

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01BOS (01ABX oppure 01ABY oppure 01CYU)
Docente:	<b>Basilio BONA</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il modulo non si rivolge soltanto a quanti sono strettamente interessati alla robotica industriale, ma possiede carattere generale, in quanto presenta, applicandole ad una struttura elettromeccanica complessa, una serie di metodologie e di tecniche utili anche per coloro che si occuperanno di automatica e controlli in senso lato. Il modulo fornisce agli studenti le basi fisico-matematiche di cinematica, statica e dinamica, che permettono di giungere alla definizione del modello dinamico dei robot industriali, necessario per il successivo controllo. Fornisce inoltre la conoscenza delle tecniche per la pianificazione delle traiettorie dei robot industriali.

## **Prerequisiti**

Conoscenza di base di algebra lineare: vettori, matrici, spazi lineari, basi, trasformazioni, determinanti, autovalori, autovettori. È certamente importante una predisposizione alla comprensione dei fenomeni fisici, soprattutto elettromeccanici, ed una certa capacità di comprendere concetti geometrici di non facile visualizzazione, come le rototraslazioni in spazi tridimensionali, di cui si parlerà molto nella parte dedicata alla cinematica.

## **Programma**

*Geometria delle rototraslazioni [12 ore]:*

sistemi di riferimento, rotazioni, traslazioni, rappresentazioni della rotazione (matrici ortonormali, parametri di Eulero, quaternioni, vettori di Eulero e di Rodrigues), rappresentazioni della rototraslazione di un corpo rigido, matrici omogenee.

*Cinematica [12 ore]:*

convenzioni di Denavit-Hartenberg, funzione cinematica diretta e inversa della posizione, funzione cinematica diretta e inversa della velocità, Jacobiano e sue proprietà, singolarità cinematiche.

*Statica [4 ore]:*

relazione statica tra forze esterne applicate e momenti ai giunti, Jacobiano trasposto e sue proprietà, elasticità della struttura.

*Dinamica [8 ore]:*

momento della quantità di moto, tensori di inerzia, equazioni di Newton-Eulero, equazioni di Lagrange, equazione dinamica del robot rigido, proprietà delle matrici d'inerzia e dei termini non lineari, passività.

*Pianificazione della traiettoria [6 ore]:*

impostazione del problema, pianificazione mediante coordinata curvilinea, pianificazione trapezoidale della velocità, pianificazione coordinata, pianificazione cartesiana, pianificazione dell'assetto.



## Bibliografia

- B. Bona, M. Indri, 'Modellistica, Pianificazione e Controllo di Robot Industriali', Politeko, Torino.  
L. Sciavico, B. Siciliano, 'Robotica Industriale. Modellistica e Controllo di manipolatori', Mc-Graw Hill Italia, 1995.

## Esame

Gli esami consistono in una prova scritta sugli argomenti sviluppati a lezione. Lo studente deve svolgere in due ore un certo numero di esercizi (di norma 5- 6), simili a quelli sviluppati nelle esercitazioni.

Programma

Conoscenza di base di algebra lineare: vettori, matrici, spazi lineari, trasformazioni lineari, autovalori, autovettori. È certamente importante una padronanza della comprensione dei fenomeni fisici, soprattutto elettromagnetici, ed una certa capacità di comprendere concetti fondamentali di non facile assimilazione, come le trasformazioni in spazi tridimensionali, di cui si parlerà molto nella parte dedicata alla cinematica.

# H3780 MODELLISTICA DEI SISTEMI ELETTROMECCANICI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Mario LAZZARI

---

## Presentazione del corso

Oggi l'energia elettrica viene sempre più frequentemente utilizzata attraverso una fase di condizionamento (conversione statica), che provvede, non solo a variarne le caratteristiche in termini di tensione e di frequenza, ma anche a regolarne il flusso in relazione alle necessità del carico. L'attuale impiego dei motori elettrici avviene pertanto in situazioni di alimentazione non convenzionale e risulta sempre più utile una conoscenza approfondita del loro funzionamento, basata sia su tecniche teoriche descrittive sia su metodi informatici di rappresentazione. Questo corso intende fornire agli allievi ingegneri elettrici le conoscenze e gli strumenti necessari alla comprensione e all'analisi dei fenomeni transitori, che interessano le macchine elettriche nelle loro attuali applicazioni. A questo scopo il corso si propone di:

- ampliare il quadro delle conoscenze sulle macchine elettriche e sulle sorgenti statiche di alimentazione;
- fornire i metodi generali di trattazione dei sistemi elettrici convertitore/macchina;
- studiare i fenomeni transitori e i comportamenti a regime tipici di questi sistemi elettrici.

## Programma

*Richiami sugli avvolgimenti distribuiti. [8 ore]*

Distribuzione di densità di conduttori in un avvolgimento. Distribuzione di f.m.m.

Flusso concatenato. Auto- e mutue induttanze tra avvolgimenti.

F.e.m. indotta: componenti mozionali e trasformatoriche. Coppia.

*Sistemi in corrente continua. [12 ore]*

Macchina a corrente continua.

Richiami sulle caratteristiche di funzionamento e di applicazione. Modello matematico della macchina e metodi di integrazione.

Chopper e convertitori CA/CC.

Strutture di chopper e analisi del funzionamento. Modello logico del chopper e dei convertitori CA/CC a diodi e a SCR. Tecniche di rappresentazione di strutture con interruttori statici e diodi.

Sistemi convertitori/macchina.

Cenni ai principali tipi di azionamento dei motori a corrente continua. Metodi di costruzione del modello matematico dell'azionamento.

*Sistemi in corrente alternata. Motori. [30 ore]*

Trasformazioni delle grandezze elettriche.

Trasformazione bifase ' trifase. Trasformazione di rotazione. Trasformazioni complesse.

Motore asincrono.

Equazioni elettriche e di concatenamento magnetico degli avvolgimenti.

Trasformazione delle equazioni di macchina su assi di comodo. Bilancio energetico ed espressione della coppia e modello dinamico del motore asincrono. Cenni alle modalità di rappresentazione dei fenomeni di saturazione.



Macchina sincrona.

Equazioni elettriche e di concatenamento magnetico degli avvolgimenti. Trasformazione delle equazioni di macchina su assi di comodo. Bilancio energetico ed espressione della coppia e modello dinamico della macchina sincrona.

*Sistemi in corrente alternata. Convertitori statici. [18 ore]*

Inverter.

Inverter di tensione: strutture e funzionamento. Inverter di corrente. Metodi di modellizzazione di inverter.

Convertitore/macchina in c.a.

Modelli di azionamenti di motori asincroni a rotore avvolto. Modelli di azionamenti di motori asincroni con inverter. Modelli di azionamenti di motori sincroni con inverter.

*Trasformatore. [6 ore]*

Calcolo delle correnti magnetizzanti.

Correnti magnetizzanti a regime e in transitorio nei trasformatori trifase.

Trasformatori con convertitori CA/CC.

Modello a regime del trasformatore per convertitori.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni del corso consistono essenzialmente nella applicazione dei metodi e delle nozioni fornite nelle lezioni. Esse saranno svolte in parte in Sala Macchine per le misure sulle macchine e sui convertitori, e in parte nel laboratorio informatico del Dipartimento di Ingegneria elettrica o nel LAIB per la parte di simulazione.

### **Esame**

L'esame è orale ed è teso ad accertare l'acquisizione da parte dell'allievo dei metodi di studio dei sistemi descritti nelle lezioni. I temi sviluppati nelle esercitazioni possono costituire una base di spunto per la discussione in sede di esame.

## H3850 OLEODINAMICA E PNEUMATICA

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Nicola NERVEGNA

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze di base necessarie per l'utilizzo, la scelta e la progettazione di sistemi e componenti oleodinamici e pneumatici di potenza e regolazione applicati su impianti fissi e mobili (impianti industriali, macchine utensili, veicoli). Partendo da una analisi qualitativa dei sistemi (gruppi di alimentazione e di utilizzazione) tramite l'impiego dei blocchi funzionali si giunge ad uno studio quantitativo e alla successiva conoscenza ed analisi dettagliata dei componenti.

### **Prerequisiti**

Meccanica dei fluidi, Macchine, Controlli automatici.

### **Programma**

- *Analisi funzionale dei sistemi oleodinamici. [26 ore]*

Trasformazioni energetiche nei sistemi oleodinamici. Analisi qualitativa: schemi circuitali normati (ISO/UNI). Analisi quantitativa: i modelli matematici. Un traduttore oggettivo: i blocchi funzionali.

Gruppo di alimentazione a portata costante (GAQF). Analisi con i blocchi funzionali, deduzione della caratteristica portata-pressione (Q-p) del gruppo all'interfaccia con l'utenza. Variante al GAQF con limitatrice pilotata e distributore di "vent". Soluzioni con valvole modulari a due vie.

Gruppo di alimentazione a portata variabile per valori discreti (GAQVD). Schema a blocchi funzionali nelle varie condizioni di possibile funzionamento. Deduzione della caratteristica. Studio dei rendimenti. Pilotaggio diretto e remoto nella limitatrice di pressione. Variante al GAQVD e riflessi sul rendimento.

Gruppo di alimentazione a portata variabile per valori continui (GAQYC). Pompa a cilindrata variabile con variazione manuale della cilindrata: caratteristica (Q-p) in confronto con unità a portata costante.

Gruppo di alimentazione per utenza in circuito chiuso. Schema circuitale e analisi dei componenti: pompa di sovralimentazione, valvola a pendolo, livelli di taratura delle limitatrici di pressione.

Gruppo di alimentazione a pressione fissa vera (GAPFV). Pompa con limitatore assoluto di pressione.

Gruppo di alimentazione a pressione fissa approssimata (GAPFA). Caratteristica verso l'utenza e rendimenti. Schemi circuitali e analisi del funzionamento con riferimento alla valvola di esclusione. Gruppi di alimentazione con utenze multiple. Uscite indipendenti, parallele, confluenti.

Circuito di base per lo studio di martinetti a semplice e doppio effetto. Analisi con blocchi funzionali. Caratteristica meccanica. Configurazioni di centro del distributore. Evoluzione del circuito per inversioni di velocità e carico e per la protezione da sovrappressioni e depressioni. Caratteristica meccanica (F,v) per carichi resistenti e trascinati. Impiego di valvole di controbilanciamento (VCB); blocchi funzionali e caratteri-



stiche nel piano (p,F) e (v-F). Impiego di valvole overcenter (OVC): blocchi funzionali e caratteristiche nel piano (p,F) e (v-F). Analisi dinamica e problemi di ottimizzazione. Regolazione della velocità.

Circuito rigenerativo con martinetto differenziale. Il principio della rigenerazione. Schema circuitale e sua semplificazione. Studio con i blocchi funzionali e deduzione della caratteristica meccanica dell'attuatore lineare.

Collegamenti multipli tra attuatori lineari tramite valvole di controllo della direzione a 6 bocche: parallelo, tandem, serie. Vincoli operativi.

Analisi delle priorità: valvola di sequenza; valvola di priorità.

Circuito per martinetto differenziale con selezione automatica della fase rigenerativa. Blocchi funzionali e piani caratteristici (p,F) e (v,F). Analisi del rendimento.

I controlli direzionali compensati. Sistema di riferimento con controllo non compensato. Piano energetico e di controllabilità. Primo e secondo controllo compensato con pompa a cilindrata variabile e 8 cilindrata fissa.

La distribuzione controllata. Schema multiutenza load-sensing (LS) senza e con compensazione locale. Riflessioni relative alla taratura dei compensatori locali in relazione alla taratura del limitatore differenziale della pompa LS. Analisi energetiche e di controllabilità.

Circuiti per sequenze, circuiti di sincronismo. Il divisore di flusso; il martinetto dosatore.

Gruppi di utilizzazione con attuatori rotativi: motori idraulici a cilindrata fissa e variabile; dispositivi e controlli della variazione di cilindrata.

Caratteristica meccanica. Motore a cilindrata variabile con azionamento manuale e ad un verso di flusso. Caratteristica meccanica. Motore con limitatore assoluto di pressione: blocchi funzionali e caratteristica nel piano (Q,p). Collegamenti multipli per motori idraulici. Gruppi trasformatori, con elementi ad albero comune: ad una bocca ed a due bocche verso l'utenza analogia funzionale al divisore di flusso; considerazioni energetiche e blocchi funzionali. Banco prova rigenerativo: principio applicativo e blocchi funzionali.

Servosistemi: principi relativi ai servosistemi. Retroazione meccanica di posizione: idrocooperatore. Retroazione volumetrica - meccanica di posizione: idroguida; studio delle sezioni costruttive del distributore rotante e del motore/pompa orbitale. Soluzioni reattive, non reattive e load-sensing.

- *Fluidi utilizzati e componenti collegati. [6 ore]*

Il fluido di lavoro: ideale e reale, scopi e specifiche.

Classificazione ISO: viscosità dinamica e cinematica, viscosimetri. Diagramma viscosità cinematica - temperatura. Equazione di stato linearizzata.

Comprimibilità e modulo di comprimibilità. Comprimibilità equivalente del sistema contenitore - fluido - aria separata. Modulo di comprimibilità di tubo in parte sottile.

La contaminazione del fluido, insorgenza e natura del contaminante, la filt razione: prova ISO Multipass, rapporto di filtrazione. Potere assoluto di filtrazione. Normativa.

Il condizionamento termico del fluido. Bilancio termico e valutazione della potenza persa.

I conduttori del fluido: rigidi e flessibili. Velocità di propagazione delle piccole perturbazioni. Studio delle portate di fuga in meati laminari. Materiali e funzionamento di guarnizioni e tenute.

- *Componenti di controllo. [18 ore]*

Valvole di controllo della direzione. Classificazione. Distributori a posizione discreto e continuo. Studio delle configurazioni di centro.

Definizione di ricoprimento, matrice dei ricoprimenti, ricoprimento dinamico. Equilibramento radiale dei cassettei. Trattazione delle forze di flusso: contributo aziona-



rio e dinamico. Rendimento in pressione ed in portata di un distributore a posizionamento discreto. Distributori a potenziamento continuo, geometria, azionamento, caratteristiche.

Valvole proporzionali e servovalvole. Azionamento con manipolatore. Azionamento elettrico con il torque-motor. Confronto tra specifiche e prestazioni di valvole proporzionali e servovalvole. Funzionamento nella soluzione a flapper e a jet pipe. Servovalvole a più stadi. Modello matematico di distributore con cassetto a posizionamento continuo. Valvole di controllo della pressione. Limitatrice a comando diretto. Valvola limitatrice di pressione con stadio pilota. Valvola riduttrice di pressione a comando diretto. Confronto tra soluzioni dirette e pilotate.

Valvole regolatrici di portata. Strozziatore semplice, regolatori di portata a due e a tre vie. Caratteristiche stazionarie.

- *Organi operatori e motori. [14 ore]*

Pompe volumetriche. Caratteristiche ideali, analisi della portata e della coppia istantanea. Irregolarità di portata. Ripple di pressione. Studio delle caratteristiche reali.

Rendimento idraulico, meccanico, volumetrico. Modelli teorici e semi-empirici di rendimento: modello di Wilson. Modelli di perdita di portata e di doppia Classificazione delle pompe. Variazione della cilindrata. Compensazione dei giochi ed equilibrio radiale.

Accumulatori di fluido. Classificazione ed impiego. Dimensionamento adiabatico e isoterico con approssimazione a gas perfetto.

Motori oleodinamici. Tempo di accelerazione e gradiente di potenza. Classificazione dei motori. Caratteristiche.

Attuatori lineari. Analisi del rendimento e modello di perdita per attrito. Stick-slip.

- *Analisi funzionale dei sistemi pneumatici. Componenti pneumatici. Oleopneumatica. [8 ore]*

Gruppo di generazione a pressione costante. Cenni sui compressori. Dimensionamento del serbatoio. Separatori di condensa e lubrificatori.

Gruppi di utilizzazione pneumatici. Comandi fondamentali di martinetti e motori. Applicazioni dei pilotaggi. Calcolo delle prestazioni dei ritardi in riempimento e scarico.

Richiami sulle caratteristiche degli ugelli in funzionamento critico e subcritico. Caratteristiche stazionarie di valvola riduttrice di pressione. Analisi dinamica di un martinetto con strozzatori all'ammissione e allo scarico. Analisi grafica del funzionamento stazionario. Cenni sulla risposta a variazioni di carico.

Analisi dei motori pneumatici. Studio del ciclo di lavoro e calcolo della massa d'aria per ciclo. Descrizione dei componenti reali. Reversibilità.

Classificazione e caratteristiche delle regolazioni.

Schemi costruttivi di componenti pneumatici. Circuiti oleopneumatici. Principi di controllo della velocità e della posizione. Scambiatore di pressione.

Moltiplicatore di pressione. Cilindro oleopneumatico. Schemi circuitali. Presse oleopneumatiche e metodi realizzativi del principio del consenso bimanuale.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

- Esercitazioni:

Cfr. il programma delle lezioni)

Normativa ISO/UNI sui simboli grafici.

Circuito oleodinamico elementare: calcolo della potenza assorbita, costruzione dei diagrammi  $(p,F)$  e  $(v,F)$ .

Studio del primo circuito della centralina didattica di laboratorio.

Confronto tra attuatori collegati in serie e in parallelo.

Regolazione in velocità dei martinetti.



Effetto di moltiplicazione della pressione in un martinetto differenziale.  
Studio del secondo e terzo circuito della centralina didattica.  
Gruppo di alimentazione a pressione fissa approssimata: a) con pressostato e limitatrice di pressione, b) con valvola di scarico (descrizione e funzionamento).  
Regolazione in velocità del motore oleodinamico.  
Banco freno.  
Sistemi load-sensing (LS): esempio di applicazione e caso del carrello elevatore.  
Studio del circuito LS, risparmio energetico, controllo in velocità degli attuatori.  
Descrizione e funzionamento della pompa a stantuffi radiali con controllo LS e valvola di priorità. Saturazione.  
Introduzione alle trasmissioni idrostatiche (TI). Confronto delle TI a circuito aperto e a circuito chiuso. TI a coppia e a potenza costante. Progetto di TI: selezione e configurazione. TI a pressione determinata.  
Controllo automobilistico e di velocità.  
Trasmissione Denison in circuito chiuso: descrizione e funzionamento.  
Esempi di valvole di regolazione della pressione e della portata.  
Valvole di sequenza, di scarico, di riduzione della pressione, di non ritorno.  
Divisore/ricombinatore di flusso, valvola limitatrice di pressione proporzionale, valvola di controbilanciamento, valvole regolatrici di portata a 2 e 3 vie, pompa ad ingranaggi esterni.  
Laboratori:  
Centralina didattica. Rilievo delle prestazioni di circuiti oleodinamici. Controllo della velocità di rotazione di motori a cilindrata fissa mediante strozzatore variabile o regolatore di portata.  
Banco prova distributori proporzionali ed idroguida load-sensing.  
Smontaggio ed esame critico di particolari costruttivi di componenti oleodinamici (valvole Abex, Denison, Hagglunds e Fluid Controls di pressione e di portata, motori orbitali, a pistoni assiali, a palette, pompe ad ingranaggi esterni).  
Rilievo delle caratteristiche stazionarie e dinamiche di servovalvole elettroidrauliche.

## **Bibliografia**

Testo di riferimento:

Oleodinamica e pneumatica, appunti di supporto al corso, predisposti dal docente, aggiornati e riveduti ogni anno e con circolazione limitata agli allievi.

Testi ausiliari per approfondimenti:

Vengono segnalati di anno in anno nel testo di riferimento.

## **Esame**

Orale, sugli argomenti svolti e proposti a lezione, esercitazione in aula e nelle esperienze di laboratorio.

## **P3910    PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	Nessuna
Docente:	<b>Cristina PRONELLO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si articola in due moduli corredati da un programma di esercitazioni. Il primo modulo introduce i concetti generali alla base della pianificazione dei trasporti; analizza i metodi di descrizione di un sistema domanda - offerta mediante modelli matematici ed i modelli di "interazione tra domanda e offerta". Il secondo modulo si occupa della raccolta dei dati per la calibrazione dei modelli ed analizza sia le problematiche di interazione tra trasporti e territorio sia la valutazione degli impatti sull'ambiente mediante l'utilizzo congiunto di modelli di trasporto e ambientali (inquinamento atmosferico e rumore). Seguono i metodi per l'analisi dei sistemi e la valutazione dei progetti di trasporto. Le esercitazioni forniscono alcuni esempi relativi ai modelli e agli algoritmi esaminati.

### **Prerequisiti**

Fondamenti di informatica; Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici; Ricerca operativa; Tecnica ed Economia dei Trasporti.

### **Programma**

*I MODULO: LA PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI, IL SISTEMA DOMANDA - OFFERTA E LA LORO INTERAZIONE. [5 crediti]*

I CONCETTI INTRODUTTIVI - Definizione del sistema di trasporto - Gli obiettivi della pianificazione: i problemi del sistema dei trasporti, le diverse scale territoriali, l'impatto sulla sicurezza, sull'ambiente e sull'economia - L'approccio macroeconomico: il trasporto come interazione tra domanda e offerta - Interazione tra il sistema dei trasporti ed il sistema territoriale - Introduzione sulla modellistica matematica.

L'OFFERTA DI TRASPORTO - L'area di studio: sua delimitazione e relazioni con il mondo esterno e viceversa - Zonizzazione dell'area di studio - Il grafo della rete di trasporto: nodi ed archi - Le relazioni tra costo e flusso d'arco: il percorso - Il costo generalizzato del trasporto - Il rilievo dell'offerta di trasporto.

LA DOMANDA DI MOBILITÀ - La misura della mobilità - L'ampiezza zonale ed il concetto di centroide - Il concetto di origine e destinazione - Metodi per la quantificazione della domanda di mobilità.

I MODELLI DI DOMANDA - Struttura generale dei modelli di domanda - Modelli di utilità casuale - I modelli di generazione degli spostamenti, di distribuzione, di ripartizione modale e di assegnazione.

I MODELLI DI INTERAZIONE FRA DOMANDA E OFFERTA - Il problema dell'assegnazione della domanda alla rete: il percorso - Il concetto di equilibrio deterministico e stocastico - L'assegnazione a reti non congestionate e a reti congestionate.

*II MODULO: LA RACCOLTA DEI DATI E LE PROBLEMATICHE TERRITORIALI-AMBIENTALI. [5 crediti]*

LA STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ - La stima diretta della domanda attuale - La stima disaggregata dei modelli di domanda - La stima della domanda attuale con i conteggi di traffico e le indagini.



I MODELLI TERRITORIALI ED I MODELLI AMBIENTALI - Studio socio-economico del territorio. I modelli econometrici. I modelli territoriali. I modelli di emissione e di dispersione degli inquinanti. I modelli di rumore. Problematiche relative all'utilizzo congiunto tra i modelli suddetti.

LE PRESTAZIONI E LA VALUTAZIONE DEI SISTEMI DI TRASPORTO - L'efficienza del sistema: i tempi ed i costi - L'impatto ambientale ed i consumi energetici. I metodi di valutazione dei progetti di trasporto. Cenni sulla valutazione di impatto ambientale e sulla Valutazione Ambientale Strategica.

LA NORMATIVA ITALIANA - I Piani di Trasporto - I Piani Urbani del Traffico (PUT) - Il "mobility manager" ed i servizi per la mobilità - Il controllo ambientale.

GLI ASPETTI OPERATIVI DELLA PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI - Il Piano Nazionale dei Trasporti - Il Piano Regionale dei Trasporti, il Piano Territoriale di Coordinamento. Cenni sul PUT come strumento operativo orientato al breve periodo e non di pianificazione (medio-lungo periodo).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

PROBLEMI SU GRAFI E RETI - Costruzione di un grafo multimodale elementare - Metodi di rappresentazione - Caratteristiche dei grafi - Costruzione del modello di rete per un sistema di offerta di trasporto - Funzioni di costo e di prestazione - Algoritmi per il calcolo degli alberi di costo minimo

MODELLI DI DOMANDA (esempi di applicazioni) - I modelli di utilità aleatoria - I modelli di generazione, di distribuzione, di ripartizione modale e di scelta del percorso.

MODELLI E ALGORITMI DI ASSEGNAZIONE (esempi su reti elementari) - Determinazione dei percorsi di costo minimo - Assegnazione su reti non congestionate: il metodo del tutto o niente, il metodo semi-probabilistico di Burrell, il metodo Dial; Assegnazione su reti congestionate: il metodo iterativo, il metodo incrementale, il metodo del volume medio ed il metodo dei flussi di equilibrio (Principio di Wardrop)

STIMA DELLA DOMANDA DI TRASPORTO (aspetti applicativi) - La stima diretta della domanda attuale - La stima disaggregata dei modelli di domanda - La stima della domanda attuale con i conteggi di traffico.

L'APPLICAZIONE DEI MODELLI MATEMATICI DI TRASPORTO - I package per la modellizzazione dei sistemi di trasporto - Il caricamento e la rappresentazione interattiva dell'offerta e della domanda attuale - Le procedure di calibrazione - La valutazione ex-ante delle proposte di un Piano dei Trasporti mediante l'analisi delle prestazioni dal punto di vista dell'utente, del gestore e del tessuto socio-economico e produttivo: l'Analisi Costi/Benefici".

ESEMPI DI METODI DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI - Applicazioni di metodi multicriteri.

ESEMPI DI UTILIZZO DI UN PACKAGE APPLICATIVO PER LA PIANIFICAZIONE OPERATIVA.

### **Bibliografia**

ORTÚZAR J de D., WILLUMSEN L.G., (1994) Modelling Transport, 2nd edition, Wiley, Chichester

MEYER M., MILLER E.J., Urban Transportation Planning, McGraw-Hill

CASCETTA E. (1998), Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, UTET

### **Esame**

L'esame di profitto consiste in una prova scritta ed una orale sugli argomenti del programma svolto.

## **E3950 PLASTICITÀ E LAVORAZIONI PER DEFORMAZIONE PLASTICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Dario ANTONELLI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si prefigge l'intento di fornire competenze nell'ambito delle tecnologie di deformazione plastica dei metalli. A questo scopo si forniscono indicazioni sulla teoria elementare della plasticità introducendo tensioni e deformazioni puntuali. I criteri di plasticizzazione. I modi per risolvere i problemi di formatura.

Successivamente si analizzano le diverse lavorazioni alla luce di quanto sopra detto e si evidenziano le caratteristiche tipiche di ogni lavorazione esaminata.

### **Prerequisiti**

Conoscenze di meccanica, tecnologia meccanica, materiali.

### **Programma**

- Cenni introduttivi [4 ore]

Cenni storici sulle lavorazioni per deformazione plastica, concatenazione tecnologica dei prodotti. meccanismi della deformazione plastica, dislocazioni.

- Analisi elementare della plasticità [10 ore]

Tensori delle tensioni, autovalori e autovettori. Tensori delle deformazioni e delle velocità di deformazione. Criteri di plasticizzazione. Relazioni analitiche fra tensioni, deformazioni e velocità di deformazione, curve di plasticizzazione dei materiali.

- Metodi per la soluzione di problemi di formatura [6 ore]

Uso di equazioni di plasticità e di equilibrio; metodi del lavoro uniforme, della sezione, dei piani di discontinuità. Metodi ai limiti, metodo delle linee di scorrimento, cenno sul metodo agli elementi finiti.

- Tecnologie di lavorazione per deformazione plastica

Fucinatura, stampaggio massivo, estrusione [10 ore]

Fucinatura, stampaggio a caldo e semicaldo, modalità operative. Calcolo dei lavori e delle forze necessari, condizioni di attrito. Macchine ed utensili per fucinare e stampare. Estrusione a caldo ed a freddo, modalità operative, calcolo delle forze e dei lavori con diversi metodi.

Laminazione [10 ore]

Laminazione piana a caldo ed a freddo, calcolo delle forze valutazione dell'attrito e dell'allargamento. Laminazione in calibri. Cilindri di laminazione, materiali, disposizioni.

Treni di laminazione

Produzione dei tubi [2 ore]

Trafilatura di barre e fili [2 ore]

Operazioni sulle lamiere [8 ore]

Tranciatura a profilo aperto e chiuso. Modalità operative dell'imbutitura e dello stampaggio delle lamiere, determinazione degli sviluppi piani necessari, del numero di passaggi, delle forze. Macchine, stampi di imbutitura; processi di simulazione nella progettazione degli stampi a piegatura.



## Laboratori e/o esercitazioni

Esercitazioni in aula:

Calcoli di forze e lavori in operazioni di ricalcatura, stampaggio massivo, laminazione, imbutitura, tracciamento delle caratteristiche di una pressa meccanica.

Progettazione elementare di attrezzo per estrusione a freddo.

Uso di programmi per il calcolo di sequenze di calibri in laminazione, e di sequenze di forme di imbutitura della lamiera.

Esercitazioni in laboratorio:

Esecuzione di operazioni di ricalcata, di laminazione a freddo, di imbutitura, di piegatura, esame di pezzi deformati a caldo, a tiepido e a freddo.

Rilevamento con strumenti ottici delle deformazioni permanenti su particolari estrusi.

Esercitazioni all'esterno:

Visite di studio presso stabilimenti dell'area torinese presso i quali si attuano tecnologie di deformazione dei metalli.

## Bibliografia

Dispensa del docente

Tschatsch, Manuale delle lavorazioni per deformazione, Tecniche Nuove, Milano

Spur, Enciclopedia delle lavorazioni meccaniche, Vol. 2 e 5, Tecniche Nuove, Milano

## Esame

Gli esami si svolgono in forma orale tradizionale. Si richiede allo studente di portare il dossier delle esercitazioni svolte.

## **P4090      PRODUZIONE ASSISTITA DA CALCOLATORE**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Luca IULIANO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Scopo del corso è la descrizione del percorso seguito da un bene di consumo nelle fasi di industrializzazione e fabbricazione partendo dal modello matematico realizzato al CAD. Tutte le fasi che contribuiscono alla realizzazione del prodotto vengono esaminate nell'ottica della Concurrent Engineering dove convivono tutte le moderne tecniche della produzione assistita dal calcolatore (CAM). Vengono innanzitutto analizzate le tematiche inerenti all'integrazione CAD/CAM e alla simulazione applicata ai processi produttivi, successivamente sono discusse le attività attuabili dal CAM nei settori delle macchine utensili a controllo numerico, dei robot industriali e nel collaudo e controllo di qualità. Sono quindi trattati gli aspetti di base della pianificazione dei processi produttivi partendo dalla group technology (GT). Vengono infine descritte le principali tecnologie di Prototipazione Rapida (RP) dove l'ausilio del calcolatore rende possibile un'integrazione globale tra il modello matematico e il processo di costruzione del prototipo.

### **Prerequisiti**

Sono richieste conoscenze di base di Disegno Tecnico Assistito, di Tecnologia Meccanica/Sistemi Integrati di produzione e di Informatica.

### **Programma**

*Concurrent Engineering e Integrazione CAD/CAM [4 ore].*

- Definizione integrata del prodotto e del processo;
- Definitoni di integrazione CAD/CAM;
- Strutture hardware e software per l'integrazione con i sistemi CAM;
- Esempi di Integrazione.

*Simulazione dei processi produttivi [4 ore]*

- La filosofia della simulazione;
- Campi di impiego della simulazione nei processi produttivi;
- Simulazione del percorso utensile e della movimentazione dei rododot;
- Simulazione del flusso di resina termoplastica nel processo di stampaggio a iniezione.

*Il controllo numerico [6 ore]*

- Richiami sui principi, sulle macchine e sulla programmazione assistita del percorso utensile;
- L'impiego del calcolatore nei controlli numerici
- Il controllo adattativo

*I robot industriali [8 ore]*

- Strutture e caratteristiche;
- Impieghi dei robots;



- Le unità di governo e la programmazione assistita;
- Integrazione con l'ambiente esterno
- Le celle robotizzate.

*Le macchine di misura a controllo numerico [4 ore]*

- Il controllo di qualità assistito;
- Strutture e caratteristiche delle macchine di misura;
- Software per macchine di misura;
- La verifica diretta con il modello matematico (CTR);

*La Group Technology [6 ore]*

- Le famiglie di pezzi;
- La codifica e la classificazione delle famiglie di pezzi;
- Le celle di lavorazione;

*La pianificazione dei processi produttivi (CAPP) [8 ore]*

- Le problematiche dei sistemi CAPP;
- L'approccio variante;
- L'approccio generativo;

*La prototipazione rapida (RP) [12 ore]*

- La filosofia della fabbricazione per piani e la sua giustificazione economica;
- L'integrazione con i sistemi CAD;
- I processi industriali consolidati;
- I sistemi in fase di sviluppo;
- Valutazione delle prestazioni delle varie tecniche.
- Le possibilità di utilizzo dei prototipi rapidi.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni svolte presso il laboratorio di economia e produzione (LEP) ed il laboratorio tecnologico vertono sui seguenti temi:

Modellazione CAD tridimensionale per superfici e solidi indirizzata alla generazione del file STL per la costruzione dell'elemento fisico con le tecniche di prototipazione rapida; Simulazione di celle di produzione robotizzate;

Determinazione della finestra di stampaggio per la produzione di manufatti in resina termoplastica;

Produzione di un manufatto impiegando la tecnica della Reverse Engineering.

Sono inoltre previsti:

Seminario sulle applicazioni della prototipazione rapida;

Visite presso aziende con forte integrazione CAD/CAM;

Le esercitazioni sono finalizzate all'approfondimento di un argomento specifico del corso da effettuarsi in piccoli gruppi sotto la guida del docente con la stesura di una relazione da presentare in sede di esame. Sono previste 20 ore da dedicare sia allo sviluppo dell'argomento selezionato che ad una serie di incontri con il docente.

### **Bibliografia**

Groover P. M., Zimmers E. W., CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice Hall, 1986.

McMahon C., Browne J., CAD/CAM from Principles to Practice, Addison Wesley Publishing Company, 1994.

Bjorke O., Layer Manufacturing, a Challenge of the Future, Tapir Publishers, Thondheim Norway, 1992.

## Esame

La prova finale, orale, è organizzata in due fasi: la prima comprende gli argomenti trattati nelle lezioni mentre la seconda verte sulla discussione della relazione presentata e corretta dal docente. Ad ogni fase d'esame corrisponde una valutazione delle risposte fornite dall'allievo ed il voto finale risulterà dalla media delle due valutazioni suddette, purchè ciascuna sia sufficiente.

Per consentire la correzione delle relazioni, queste dovranno essere consegnate con un anticipo di 7 giorni rispetto alla data di inizio della sessione di esami di febbraio-marzo.



# 01CAH PROGETTO DEL CONTROLLO DI UN PROCESSO

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01BRR
Docente:	Donato CARLUCCI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di applicare le principali metodologie di progetto del controllo dei processi con particolare riferimento ai processi industriali. Nel corso vengono applicati e confrontati, su modelli di sistemi reali, differenti metodi di sintesi del controllo idonei per la realizzazione in forma digitale. Ampio spazio viene dedicato alle strutture robuste di controllo per sistemi reali, cioè per sistemi in presenza di incertezze sia relative all'impianto da controllare sia relative all'ambiente in cui esso opera. A questo scopo, sono presentati numerosi esempi di applicazione dove il progetto viene sviluppato ponendo cura: alla scelta della strumentazione di misura e dei dispositivi di attuazione, alla modellistica del processo, alla individuazione degli aspetti energetici dominanti, al progetto propriamente detto, alla valutazione delle prestazioni ed al bilancio tra costi e benefici.

Le lezioni sono dedicate alla definizione, sulla base di numerosi casi di studio, dei criteri di scelta di una precisa struttura di controllo da adattare al tipo di impianto considerato. In questa parte del corso, le esercitazioni si svolgono in aula ed anche in laboratorio dove gli allievi hanno la possibilità di definire le specifiche di progetto e di valutare, mediante l'uso di programmi di calcolo già predisposti, le prestazioni del sistema realizzato.

## **Prerequisiti**

Si richiede la conoscenza di tutti gli argomenti sviluppati nel corso di 'Metodologie e progetto del controllo dei processi'.

## **Programma**

Il programma comprende i seguenti argomenti:

- presentazione e delimitazione dei casi di studio. Uso di modelli semplificati per il progetto del controllo. Valutazione dell'incertezza tra sistema reale e modello usato per il progetto;
- definizione dei criteri di selezione della struttura del controllo per l'impianto considerato;
- scelta, per ogni impianto oggetto di studio, della legge di controllo da implementare e delle specifiche di progetto ad essa associabili;
- valutazione dell'affidabilità di un sistema di controllo: criteri generali e metodi di simulazione;
- validazione del progetto, valutazione di costi (hardware e software) e dei benefici.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Il programma comprende i seguenti punti principali:

- controllo di sistemi elettromeccanici e simulazione al calcolatore delle prestazioni; controllo di velocità angolare e di orientamento di un satellite. Simulazione al calcolatore e valutazione della precisione sull'orientamento;

- controllo di un sistema di prova per motori a combustione interna. Simulazione al calcolatore;
- controllo di un robot. Simulazione al calcolatore;
- localizzazione e controllo mediante semafori stradali di un veicolo viaggiante su una rete viaria conosciuta. Simulazione al calcolatore;
- progetto di sistemi di controllo del volo;
- progetto dei sistemi di controllo di un alternatore elettrico.

## **Bibliografia**

Sono a disposizione appunti del corso, lezioni ed esercitazioni, forniti dal docente.

Testi ausiliari

M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.

M. Tibaldi: Progetto di sistemi di controllo. Pitagora Editrice, Bologna

C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi. Sistemi di controllo digitale. Progetto Leonardo, Bologna.

G. F. Franklin, J. D. Powell, M. L. Workman. Digital Control of Dynamic Systems.

## **Esame**

Prova orale e consiste nella discussione dettagliata del progetto eseguito dall'allievo, dei criteri di scelta e dei risultati conseguibili.



## **01CAP    PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (INF)**

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01ABY
Docente:	Giovanni FIORIO

---

### ***Presentazione del corso***

L'insegnamento riguarda: le prestazioni richieste ai sistemi dotati di controllo; la struttura dei sistemi di controllo; il progetto degli organi di controllo e la realizzazione digitale dei medesimi.

### ***Prerequisiti***

Lo studente deve avere bene presenti le conoscenze del primo modulo 01ABY - Analisi di sistemi per il controllo - per seguire agevolmente il corso, ma può dare l'esame di questo secondo modulo senza avere ancora superato quello del primo.

### ***Programma***

Specifiche per la qualificazione dei sistemi dotati di controllo. Enunciato del problema del controllo automatico in forma matematica. Specifiche sulla rapidità di risposta e sul margine di stabilità. Specifiche sulla precisione di controllo. Specifiche sull'attenuazione dei disturbi, sull'attività del comando e sulla robustezza.

Strutture particolari dei sistemi di controllo monovariabili e loro proprietà ai fini del soddisfacimento delle specifiche.

Progetto degli organi di controllo per sistemi monovariabili, con particolare riguardo all'adattamento dei parametri dei compensatori di larga diffusione industriale. Orientamenti per la scelta della forma degli organi di controllo: sintesi diretta con uno e con due gradi di libertà nella scelta della forma dei blocchi componenti.

Introduzione allo studio del controllo digitale. Componenti digitali dei sistemi di controllo. La trasformata zeta e le sue principali proprietà. Le funzioni di trasferimento in zeta. I problemi dell'interconnessione di sistemi digitali con sistemi analogici. Progetto di sistemi digitali di controllo mediante discretizzazione dei corrispondenti sistemi analogici.

### ***Bibliografia***

- G. Fiorio 'Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi', CLUT, 1992
- 'Controlli automatici: ultima parte' fascicolo complementare aggiornato ogni anno
- G. Fiorio e S. Malan: 'Esercitazioni di controlli automatici', CLUT, 1990

### ***Esame***

L'esame consiste nel progetto di un sistema di controllo e si svolge in uno dei Laboratori di Informatica di Base (LAIB 3 o LAIB 4) con l'ausilio di un opportuno supporto 'software'. Il materiale che si deve portare o che non si può portare all'esame è identico a quanto detto per le modalità d'esame del primo modulo 01ABY.

# 01CBU PROGRAMMAZIONE LINEARE E ALLOCAZIONE DI RISORSE

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01AGH e 01AAV
Docente:	Roberto TADEI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso fa parte del filone culturale della Ricerca Operativa, la quale ha come obiettivo la costruzione di modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi e dei relativi algoritmi risolutivi.

Il corso si propone di dotare lo studente degli strumenti di base per modellizzare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria informatica e automatica, elettronica e delle telecomunicazioni, con particolare attenzione a quelli relativi all'allocazione di risorse.

La modellizzazione del problema consiste nella formulazione dello stesso in termini di programmazione matematica, cioè nell'individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e dei relativi vincoli, mentre la sua risoluzione consiste nella ricerca del minimo o del massimo nel rispetto dei vincoli e richiede l'utilizzo di algoritmi di calcolo. Per tutti i problemi trattati nel corso verranno presentati gli algoritmi più recenti, alcuni oggetto di ricerca presso il Dipartimento, con particolare attenzione alla loro complessità computazionale. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca attinenti agli argomenti trattati.

Il corso (dispense, comunicazioni, tesi e tesine, seminari, collegamenti con altri centri di studio ecc.) è disponibile all'interno del servizio Ulisse.

## **Prerequisiti**

Algebra lineare, Fondamenti di Informatica.

## **Programma**

Aspetti di base della Programmazione Lineare. Modellizzazione del problema. Soluzioni di base. Teorema Fondamentale della Programmazione Lineare. Metodo del Simpleso. Metodo del Simpleso Revisionato. Dualità. Analisi di Sensitività. Condizioni di complementarità. Metodo del Simpleso Duale. Metodo del Simpleso Primale-Duale. Problema dei Trasporti. Algoritmo di Dantzig. Problema dell'Assegnamento. Algoritmo ungherese.

## **Bibliografia**

R. Tadei, F. Della Croce, Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Esculapio, Bologna, 2001.

D.J. Luenberger, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Addison Wesley, 1984.

Dispense di esercizi fornite dal docente

## **Esame**

L'esame è scritto, con una possibile parte orale.



# HA180 PROPULSIONE ELETTRICA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Gaetano PESSINA

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha come scopo la presentazione e l'approfondimento delle tematiche elettriche inerenti alle strutture dei sistemi di azionamento e controllo dei veicoli a trazione elettrica, a guida vincolata ed a guida libera. Sono esaminate in particolare applicazioni ferroviarie, tradizionali ed innovative; applicazioni di trasporto urbano tradizionali ed innovative, sia per tipo di trazione e sostentamento, quanto per tipo di azionamento, sino alle applicazioni a guida automatizzata.

## **Prerequisiti**

Possono frequentare il corso tutti gli allievi ingegneri con conoscenze di Elettrotecnica ed Applicazioni industriali dell'elettrotecnica.

## **Programma**

- Trazione su rotaia con linea di contatto superiore a 3kV; applicazioni ferroviarie europee con distribuzione della linea di contatto in AC e DC.
- Architetture dei sistemi di trazione equipaggiati con azionamenti ad inverter e motori asincroni; ad inverter e motori sincroni; a chopper e motori in corrente continua, sia per alimentazioni in DC che AC con trasformatore a bordo del veicolo.
- Applicazioni all'alta velocità: esame delle realizzazioni europee, architetture di azionamento, sistemi di frenatura.
- Trazione su rotaia con linea di contatto inferiore ad 1kV; applicazioni metropolitane; people mover, tranviarie.
- Vengono trattate le architetture dei sistemi di trazione equipaggiati con azionamenti ad inverter di corrente e di tensione e motori asincroni; a chopper e motori in corrente continua; ad inverter e motore lineare induttore corto asincrono; ad inverter e motore lineare sincrónico ad induttore distribuito. Verrà trattato il problema della frenatura elettrica con recupero di energia in rete e con dissipazione a bordo.
- Trazione su gomma con sorgente da accumulatori e soluzioni ibride. Equipaggiamenti di trazione con azionamenti ad inverter e motori sincroni ed asincroni; con azionamenti a chopper e motori in corrente continua. La ruota motorizzata; convertitori AC/DC per la carica degli accumulatori di bordo. Il veicolo ibrido: generazione a bordo dell'energia elettrica. Il problema dell'autonomia; la frenatura a recupero.
- Cenni sulla propulsione navale elettrica, con esame delle principali applicazioni in campo militare e civile.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Vengono, durante il corso, sviluppate dagli allievi, personalmente, due tesine: sono vere e proprie elaborazioni di studi di progetto o di ricerca su argomenti di interesse di settore sviluppati su documentazione aggiornata, tratta da riviste e congressi, fornite dal docente.

## Bibliografia

Appunti dal testo delle lezioni del corso (in via di pubblicazione).

## Esame

L'esame si svolge sulla discussione delle tesine sviluppate nelle esercitazioni e sugli argomenti trattati nel corso. Non è prevista prova di esame scritta.

## Prerequisiti

Matematica I e II, Algebra lineare I.

## Programma

Sono previste tredici settimane di lezioni con un numero di ore variabile da 12 a 16 ore settimanali. Il corso è strutturato in modo da consentire allo studente di acquisire una solida base di conoscenze e di sviluppare le capacità di analisi e di sintesi.

Lezioni di trasformazioni del vettore dei momenti statici e del vettore dei momenti di inerzia per rotazioni del sistema di riferimento; direzioni e momenti principali di inerzia; teoremi di Mohr; simmetrie assiale e polare.

Struttura del sistema di travi

Travi piane; indeterminatezza del vincolo; studio algebrico; studio algebrico del grado di libertà; vincoli cinematici.

Struttura dei sistemi di travi

Metodi algebrici; studio statico-dinamico.

Struttura di travi iperstatiche

Caratterizzazione delle travi iperstatiche con il metodo dei nodi e il metodo delle forze; Virtual e non il metodo globale; curva delle deformazioni; studio della deformazione; equazioni differenziali di secondo ordine; strutture continue; strutture chiuse; travi rettilinee.





# H4600 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Enrico BALLATORE

---

## **Presentazione del corso**

La meccanica dei solidi elastici lineari viene trattata deducendo le equazioni di equilibrio e congruenza e le leggi costitutive nella formulazione generale del solido tridimensionale, che viene particolarizzata per il caso bidimensionale (lastre o piastre) e unidimensionale (travi). Le relazioni analitiche sono estese alle applicazioni numeriche con particolare riguardo al metodo degli elementi finiti di cui sono fornite rigorose basi concettuali quale premessa alle applicazioni pratiche mediante esercitazioni individuali presso il Laboratorio Informatico.

La teoria dei sistemi di travi viene trattata sotto il duplice aspetto statico e cinematico. L'equilibrio delle strutture isostatiche è interpretato sia sul piano algebrico che su quello grafico ed in tale contesto vengono definite le caratteristiche interne della sollecitazione. La soluzione delle strutture iperstatiche viene proposta in linea generale applicando sia il metodo delle forze (o della congruenza) che quello degli spostamenti (o dell'equilibrio). Le soluzioni trovate sono quindi espresse in formulazione matriciale particolarmente utile per eseguire in maniera automatica il calcolo dei sistemi a molti gradi di iperstaticità.

La soluzione del problema dei telai piani (sia a nodi fissi che a nodi spostabili) viene esposta con due metodi alternativi: il cosiddetto "metodo dei telai piani" (secondo il quale si svincola la struttura introducendo cerniere in tutti i nodi-incastro), e il principio dei lavori virtuali secondo la metodologia di Muller-Breslau.

Vengono infine illustrati i fenomeni di collasso più frequenti nell'ingegneria strutturale: lo svergolamento, lo snervamento e la frattura fragile.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni in aula e nel Laboratorio Informatico.

## **Prerequisiti**

Analisi Matematica I e II, Fisica generale I.

## **Programma**

Sono previste tredici settimane di lezioni con un numero di ore settimanali variabile da quattro a sei secondo un calendario dettagliato distribuito all'inizio del corso.

### *Geometria delle aree*

Leggi di trasformazione del vettore dei momenti statici e del tensore dei momenti di inerzia per roto-traslazioni del sistema di riferimento; direzioni e momenti principali di inerzia; cerchi di Mohr; simmetria assiale e polare.

### *Cinematica dei sistemi di travi*

Vincoli piani; maldisposizione dei vincoli; studio algebrico; studio grafico dei sistemi ad un grado di libertà (catene cinematiche).

### *Statica dei sistemi di travi*

Studio algebrico; dualità statico-cinematica.

### *Sistemi di travi isostatici*

Determinazione delle reazioni vincolari con le equazioni ausiliarie, con il Principio dei Lavori Virtuali e con il metodo grafico; curva delle pressioni; caratteristiche interne della sollecitazione; equazioni indefinite di equilibrio per le travi; archi a tre cerniere; strutture chiuse; travature reticola



## Laboratori e/o esercitazioni

Sono previste tredici settimane di esercitazioni con un numero di ore settimanali variabile da quattro a sei secondo un calendario dettagliato distribuito all'inizio del corso: oltre alle ore di effettiva attività didattica sono previste anche dodici ore per accertamenti sostitutivi dello scritto e per verifiche di apprendimento.

- 1 Geometria delle aree: calcolo delle caratteristiche geometriche di aree elementari: esercizi su figure composte.
- 2 Cinematica dei sistemi di travi: catene cinematiche e loro applicazione al calcolo reazioni vincolari.
- 3-4 Sistemi di travi isostatici: equazioni cardinali ed equazioni ausiliarie; determinazione delle reazioni vincolari con le equazioni ausiliarie e con il metodo grafico; diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione; curva delle pressioni.
- 5-6 Applicazione del Principio dei Lavori Virtuali alle travi elastiche: determinazione degli spostamenti in strutture isostatiche; risoluzione delle strutture iperstatiche con distorsioni e spostamenti imposti.
- 7 Esercitazioni riepilogative su strutture isostatiche e iperstatiche con soluzione dei temi di esame degli anni precedenti relativi a tali argomenti.
- 8-9 Solido di Saint Venant: esercizi relativi a flessione retta, sforzo normale eccentrico, flessione deviata, nocciolo centrale di inerzia, torsione (sezioni circolari, sezioni sottili aperte e chiuse), taglio, centro di taglio.
- 10 Esercitazione di Laboratorio Informatico: introduzione all'uso del programma di calcolo basato sul metodo degli elementi finiti  
Analisi della tensione e criteri di resistenza: rappresentazione degli stati di tensione con i cerchi di Mohr, verifica complessiva delle sezioni; cenni sui criteri di sicurezza.
- 11-12 Risoluzione di telai piani iperstatici: telai a nodi fissi e a nodi spostabili con carichi, cedimenti e distorsioni termiche.
- 13 Esercitazioni riepilogative su strutture iperstatiche e verifica delle sezioni con soluzione dei temi di esame degli anni precedenti relativi a tali argomenti.

## Bibliografia

Testo di riferimento (contenente tutti gli argomenti svolti a lezione ed esercitazione):

A. Carpinteri, *Scienza delle Costruzioni*, Pitagora, Bologna, 1995.

Dispensa sull'utilizzo del programma ad elementi finiti, viene fornita durante il corso.

Testo ausiliario:

A. Carpinteri, *Temi d'esame*, Pitagora, Bologna, 1993.

## Esame

L'esame si compone di:

1. Una prova scritta che comprende tre esercizi:

- una struttura isostatica,
- una struttura iperstatica,
- una sezione (calcolo delle caratteristiche geometriche e verifica di resistenza).

Ciascun esercizio pone due quesiti: la prova è positiva se sono stati risolti almeno i primi quesiti di tutti e tre gli esercizi.

2. una prova orale sugli argomenti del programma svolto a lezione ed esercitazione;

3. una tesina sugli elementi finiti svolta utilizzando il programma illustrato nel corso e disponibile presso il LAIB del Politecnico.

La prova scritta deve essere svolta tracciando tutti i grafici richiesti in forma precisa e accurata su carta quadrettata (da 5 mm) o su carta millimetrata utilizzando quando necessario riga e squadra. Non viene consentito l'utilizzo di testi e appunti.

Per sostenere la prova scritta lo studente deve esibire il tesserino universitario e lo statino; quest'ultimo sarà ritirato nel caso in cui lo studente consegni il proprio elaborato.

La prova orale deve essere sostenuta nella stessa sessione di esami in cui è stato superato lo scritto.

Accertamenti sostitutivi della prova scritta.

Il superamento delle due prove di accertamento previste durante il corso sostituisce il compito scritto con validità sino alla fine dell'anno accademico in corso; le due prove sono costituite da:

1. due esercizi relativi a:

- una struttura isostatica,
- una struttura iperstatica da risolvere con l'applicazione del P.L.V.;

2. due esercizi relativi a:

- una struttura iperstatica da risolvere con il metodo dei telai piani,
- una sezione (calcolo delle caratteristiche geometriche e verifica di resistenza).

Ciascun esercizio pone due quesiti: le prove sono globalmente positive se sono stati risolti almeno i primi quesiti di tutti e quattro gli esercizi.



# **E4681 SCIENZA E INGEGNERIA DEI MATERIALI POLIMERICI I**

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:

**Roberta BONGIOVANNI**

## **Presentazione del corso**

Scopo del corso è di fornire le conoscenze di base sulla struttura dei materiali polimerici, sulle loro proprietà e sulle loro tecnologie di trasformazione. A tale scopo vengono dapprima forniti elementi propedeutici di chimica organica. Sono poi trattati i polimeri di uso generale, termoplastici e termoindurenti, considerando la loro preparazione e le loro principali proprietà in relazione con la struttura. Vengono infine illustrate le tecnologie di trasformazione dei materiali polimerici e le loro più importanti applicazioni industriali.

## **Prerequisiti**

Si richiede di avere superato l'esame di Chimica

## **Programma**

*Nozioni di chimica organica. (12 ore)*

La chimica del carbonio. Esame dei principali gruppi funzionali presenti nei polimeri e loro caratteristiche chimiche. Fenomeni di isomeria e stereoisomeria. Principali monomeri.

*Struttura e caratterizzazione delle macromolecole. (20 ore)*

Pesi molecolari e loro distribuzione. Forze di coesione intermolecolari, regolarità e flessibilità della catena polimerica. Struttura supermolecolare: stato amorfo e stato cristallino. Reticoli polimerici, densità di reticolazione. Caratterizzazione termica: temperatura di fusione e temperatura di transizione vetrosa. Caratterizzazione chimico-fisica

*Reazioni di polimerizzazione. (22 ore)*

Polimeri di policondensazione: schema del processo e controllo del peso molecolare (P.M.), produzione industriale di poliesteri, poliammidi e policarbonati. Polimeri di poliaddizione radicalica: condizioni operative, cinetica della reazione e controllo del P.M.. Reazioni di copolimerizzazione. Tecniche industriali di polimerizzazione e processi di produzione di polimeri di impiego generale (polietilene, polivinilcloruro e polistirene). Produzione di gomme sintetiche. Polimeri di poliaddizione ionica: polimerizzazione stereospecifica, produzione industriale di poliolefine.

*Proprietà dei materiali polimerici in massa. (12 ore)*

*Proprietà termiche: capacità termica, dilatazione, conducibilità. Proprietà meccaniche: rigidità, resistenza a trazione, resilienza. Comportamento viscoelastico dei polimeri: reologia dei polimeri fusi. Proprietà delle gomme. Proprietà elettriche: conducibilità, costante dielettrica, fattore di dissipazione. Proprietà ottiche: indice di rifrazione, trasparenza. Vetri organici*

*Tecnologie di trasformazione dei materiali polimerici termoplastici. (6 ore)*

Additivi, cariche e compounding. Tecnologie di iniezione, estrusione, calandratura, termoformatura, stampaggio rotazionale, spalmatura.

*Materiali polimerici termoindurenti. (6 ore)*

Poliuretani, poliesteri insaturi e altre principali classi

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste sia esercitazioni in aula con applicazioni di calcolo sugli argomenti di lezione sia esercitazioni sperimentali di laboratorio con squadre a numero limitato di allievi. Queste ultime riguarderanno la caratterizzazione dei materiali polimerici e la valutazione delle loro proprietà meccaniche fondamentali e saranno completate dalla stesura di una breve relazione. Si effettueranno visite ad impianti di trasformazione di materie plastiche.

## **Bibliografia**

Scienza e tecnologia delle macromolecole, AIM, Vol.I e II, Pacini, Pisa, 1983  
F. Rodriguez, Principles of polymer systems, 4th ed., Taylor & Francis, New York, 1996

## **Esame**

L'esame consiste in una prova orale relativa a tutto il programma del corso.



## **E4630 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Ignazio AMATO</b>

### **Presentazione del corso**

Il corso si prefigge di fornire una ampia panoramica sulla scienza e tecnologia dei materiali ceramici per applicazioni ingegneristiche, come rispecchia la sua organizzazione in tre moduli didattici: la scienza dei materiali ceramici, volta allo studio teorico della loro struttura e del comportamento, soprattutto meccanico; la tecnologia dei materiali ceramici, incentrata sui processi di produzione e trasformazione; le caratteristiche dei principali materiali ceramici di interesse ingegneristico.

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica e Scienza dei Materiali.

### **Programma**

Introduzione e classificazione dei ceramici. Applicazioni, potenzialità e mercato. (4 ore)  
SCIENZA DEI MATERIALI CERAMICI

Ordine cristallino, proprietà dei cristalli, strutture cristalline. Solidi policristallini. Microstruttura, ceramografia. I legami nei solidi, solidi ionici, covalenti, metallici e misti. Comportamento superficiale dei solidi: energia superficiale, bagnabilità, capillarità, assorbimento, superficie dei solidi. Le proprietà dei ceramici: solidi duttili e solidi fragili. Meccanica della frattura: tenacità e fatica. Resilienza e durezza. Comportamento termomeccanico. Correlazione tra proprietà e microstruttura. La densificazione dei ceramici: i difetti nei solidi (di punto, di linea, di superficie) e la diffusione. Sinterizzazione: generalità e meccanismi, stadi del processo, evoluzione della porosità. Sinterizzazione multifase e multicomponenti. La pressatura a caldo.

#### TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI

Polveri ceramiche: specifiche e caratteristiche. Processi di fabbricazione industriali e speciali (sol-gel). Additivi di processo e meccanismi d'azione. Meccanica delle particelle e reologia. Preparazione delle polveri preventiva alla formatura (trasporto, macinazione, mescolamento, lavaggio). Granulazione e formatura a secco. Formatura a plastico. Estrusione. Colaggio. Essiccamento. Finitura. Rivestimenti. Cottura.

#### CERAMICI INGEGNERISTICI

Confronto tra le caratteristiche delle varie classi di ceramici. Ceramici a base ossido. Vetro, fibre di vetro e vetroceramici. Ceramici a base carburi. Diamante policristallino. Ceramici a base nitruuri, boruri e siliciuri. Cermet ed utensili da taglio. Rinforzi ceramici (fibre, whiskers). Nanocompositi.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

#### SCIENZA DEI MATERIALI CERAMICI

Analisi strutturale e microstrutturale. Determinazione di proprietà meccaniche con applicazione della statistica di Weibull.

## TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI

Caratterizzazioni delle polveri ceramiche: granulometria, superficie specifica. Porosità di polveri e sinterizzati. Valutazione della densità. Analisi termiche e dilatometriche.

## CERAMICI INGEGNERISTICI

Criteri di scelta dei materiali ceramici per applicazioni ingegneristiche.

## Bibliografia

I. Amato, L. Montanaro, Lezioni dal corso: Vol. I, La scienza dei materiali ceramici, Cortina ed. 1996; Vol. II, La tecnologia dei materiali ceramici, Cortina ed., 1997; Vol. III, I materiali ceramici (in stampa).

J.S. Reed, Introduction to principles of ceramic processing, Pergamon press ed., 1995.

I. Amato e L. Montanaro: Monografie varie.

## Esame

Orale su tutto il programma oppure esonero facoltativo in corso d'anno del primo modulo di Scienza dei materiali ceramici e del secondo modulo di Tecnologia dei materiali ceramici ed infine esame orale sul terzo modulo sui Ceramici ingegneristici.



# **E4640 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI COMPOSITI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Francesco MARINO</b>

---

## ***Presentazione del corso***

I materiali compositi sono caratterizzati dal possedere proprietà meccaniche, fisiche, chimiche' modulabili in funzione delle esigenze primarie della struttura complessiva, offrendo così all'ingegnere diversificate soluzioni progettuali. Il corso propone principi fondamentali, criteri progettuali, tecnologie di processo, proprietà micro e macroscopiche per questa innovativa classe di materiali.

## ***Prerequisiti***

Scienza e Tecnologia dei Materiali Metallici, Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici, Scienza e Tecnologia dei Materiali Polimerici I.

## ***Programma***

### **TECNOLOGIA DEI MATERIALI COMPOSITI**

- Generalità e peculiarità dei materiali compositi
- Generalità, tecnologie produttive, settori di utilizzo e proprietà fisiche, chimiche e meccaniche di:
  - fibre naturali e sintetiche organiche e inorganiche
  - particelle, whiskers e fibre corte
  - compositi a matrice metallica
  - compositi a matrice ceramica
  - compositi a matrice polimerica
  - compositi in situ
  - compositi con intermetallici
- Interfacce: classificazione, descrizione e loro ruolo nel determinare le proprietà dei materiali compositi
- "Joining" e controlli non distruttivi

### **SCIENZA E INGEGNERIA DEI MATERIALI COMPOSITI**

- Metodi sperimentali di misura della resistenza meccanica all'interfaccia
- Comportamento meccanico delle varie classi di materiali compositi: trazione, flessione, compressione, creep, fatica termica e meccanica, impatto.
- Interazione materiale-ambiente e sue ricadute sul comportamento chimico e meccanico.
- Sforzi, deformazioni e matrici di rigidità, cedevolezza e di trasformazione. Materiali isotropi e ortotropi, caso della lamina piana, sforzi e deformazioni principali, criteri a rottura (Von Mises, Halpin), compositi unidirezionali, sollecitazioni non assiali, lamina ruotata.
- Laminati: valutazione della rigidità
- Modelli micromeccanici per la resistenza e la rigidità longitudinale e trasversale.
- Compositi a fibre corte: distribuzione di sforzi sulle fibre, lunghezza critica, rigidità resistenza

- Meccanismi di frattura e di tenacizzazione: energia, stress locali, fenomeni all'apice della cricca, curvatura e deflessione della cricca, scollamento, estrazione, "bridging-zone".
- Tenacizzazione per microdifetti, trasformazioni di fase.
- Trattazione di casi importanti di progettazione e utilizzo

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- Calcolo matriciale per la valutazione degli sforzi e deformazioni anche per sollecitazioni fuori dalle direzioni principali
- Applicazione dei criteri a rottura
- Calcolo matriciale sui laminati
- Prove meccaniche su manufatti e/o provette di vari materiali compositi

### **Bibliografia**

- F.L. Matthews, R.D. Rawlings: 'Composite Materials: Engineering and Science' ed. Chapman & hall
- R. Naslain: 'Introduction aux materiaux composites', 3 volumi. Editions du C.N.R.S. 1985
- P.X. Mallick, S. Newman: 'Composite materials technology: processes and properties' ed. Hauser, Munich 1990

### **Esame**

Solo orale con eventualmente impostazione di un esercizio del tipo trattato nelle esercitazioni.

Nell'ambito del corso lo studente potrà approfondire un argomento a sua scelta attraverso l'elaborazione di una monografia che verrà esposta in sede di esame.



# H4660 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI ELETTRICI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Daniele MAZZA

---

## **Presentazione del corso**

Richiamando i concetti fondamentali della fisica e della chimica dello stato solido, il corso si prefigge lo scopo di correlare la struttura dei materiali con le loro proprietà elettriche, magnetiche, termiche e meccaniche. I materiali di interesse per le tecnologie elettriche vengono classificati in funzione delle loro caratteristiche di impiego nei settori specifici, mentre vengono fornite le nozioni di base sulle tecnologie di produzione di elementi, leghe e composti da utilizzare nelle varie realizzazioni.

## **Programma**

*La struttura dell'atomo.*

*Atomo e particelle elementari.* Orbite stazionarie, quantizzazione dell'energia e del momento angolare. Correlazione tra momento magnetico e momento angolare.

*Lo stato solido.*

Il legame chimico. Tipologia dei legami chimici. La struttura dei materiali. I solidi cristallini e lo stato amorfo. Caratteristiche delle sostanze cristalline. Struttura reticolare e cella elementare. Reticoli cristallini a simmetria cubica. I cristalli metallici e gli impaccamenti compatti. I cristalli ionici e l'energia reticolare. Strutture di ossidi ed alogenuri. Strutture di cristalli covalenti.

*Caratteristiche meccaniche dei materiali.*

Sforzo e deformazione. Il modulo di elasticità. Meccanismi di deformazione e slittamento. I grani cristallini. Le soluzioni solide. Strutture a più fasi e diagrammi di stato. Proprietà meccaniche dei materiali ceramici. Proprietà meccaniche dei polimeri.

*Elementi di teoria delle bande nei solidi*

I solidi metallici. I solidi covalenti. I solidi ionici.

*La conduzione elettrica nei metalli.*

La conduzione secondo un semplice modello. Conduzione e struttura a bande. Elementi di conduzione secondo la fisica quantistica. Distribuzione di energia degli elettroni. La resistività elettrica nei conduttori. La resistività elettrica nei solidi polifasici. Materiali usati come resistori elettrici. La resistività elettrica nei solidi ionici. Emissione di elettroni dai materiali.

*La conduzione elettrica nei semiconduttori.*

Natura strutturale dei semiconduttori. Semiconduttori estrinseci. Mobilità dei portatori. Portatori minoritari e ricombinazione.

*La giunzione n-p nei semiconduttori estrinseci.*

Polarizzazione della giunzione. Rottura della giunzione n-p. Il diodo tunnel. Il transistor. Il transistor ad effetto di campo (FET). La fotocellula. Il termistore. Materiali e composti semiconduttori.

*Materiali superconduttori.*

Correnti critiche di superconduzione. Difetti reticolari e superconduzione. materiali Superconduttori metallici. Materiali

## Bibliografia

Testo di riferimento: 'Appunti di Scienza e Tecnologia dei Materiali Elettrici' ed. Politeko (Torino).

Testi ausiliari, per approfondimenti:

L. Solymer, D. Walsh, Lectures on the electrical properties of materials, 5th ed., Oxford Univ. Press, 1993.

R. Rose, L. Shepard, J. Wulff, Struttura e proprietà dei materiali. Vol. 4, proprietà elettriche, Ed. Ambrosiana, 1975.

## Laboratori e/o esercitazioni

Le esercitazioni avranno di carattere sperimentale i seguenti argomenti:

- 1) Amplificazione dell'oscilloscopio analogico.
  - 2) Misura di tempo maggiore con oscilloscopio.
  - 3) Temperatura di un sistema di corrente e di stato.
  - 4) Taratura di una cella di corrente.
  - 5) Taratura di un amplificatore per le oscillazioni.
- In aggiunta sono previste due prove aggiuntive.

## Bibliografia

Da vedere:



## 01CGG    **SENSORI OTTICI**

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CGH
Docente:	<b>Andrea DE MARCHI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Fornire agli studenti una conoscenza delle nuove tecnologie di tipo ottico per la realizzazione di sensori di varie grandezze fisiche. Il corso è completato da esperienze pratiche in laboratorio.

### **Programma**

- Rivelatori ottici di tipo termico e di tipo quantico.
- Sensori a intensità
- Sensori a polarizzazione
- Sensori interferometrici

# 01CGH    **SENSORISTICA CLASSICA**

Periodo:	3 - 4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Fisica sperimentale, Fondamenti di elettronica, Sistemi di acquisizione e analisi dati

---

## **Presentazione del corso**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare l'utilizzo di sensori in apparecchiature sofisticate per la misura di particolari grandezze fisiche.

## **Prerequisiti**

Allo studente sono richieste le nozioni fondamentali di Fisica e di Elettronica. Il corso si propone infatti di descrivere i principi su cui si basano i sensori piu' usati nelle applicazioni e il loro funzionamento in un ambiente reale.

## **Programma**

- 1) Richiami sulle caratteristiche generali dei sensori
- 2) Richiami sui metodi alimentazione e acquisizione di segnali da un sensore
- 3) Sensori di temperatura : termocoppia, termoresistenza al platino, termocoppia a stato solido; taratura degli amplificatori per detti sensori.
- 3) Sensori di pressione : capacitivi, piezoresistivi, a stato solido
- 4) Sensori estensimetrici: ponte estensimetrico applicato a celle di carico, torsionometri, accelerometri
- 5) Sensori per accelerazione : accelerometro capacitivo
- 6) Sensori di lunghezza resistivi e ottici
- 7) Sensori d'angolo : encoder ottici, potenziometri
- 8) Sensori di portata : a termistore caldo, a scambio termico
- 9) Sensori di portata meccanici: flangia tarata, misuratori volumetrici, gasometri
- 10) Sensori di umidità relativa
- 11) Sensori per gas
- 12) Sensori ad effetto Hall
- 13) Sensori per radiazioni luminose, fonorivelatori, CCD
- 14) Sensori per misure di tempo, frequenza
- 15) Sensori per radiazione alfa, beta, gamma, neutroni e raggi X
- 16) Normative per l'utilizzo pratico di sensori, con particolare riguardo al caso di ambienti potenzialmente pericolosi.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni saranno di carattere sperimentale in laboratorio e verteranno sui seguenti argomenti

- 1) Acquisizione dati con conversione analogico/digitale
  - 2) Misure di campo magnetico con sensori ad effetto Hall.
  - 3) Taratura di un sensore di pressione a stato solido.
  - 4) Taratura di una cella di carico.
  - 5) Taratura di un amplificatore per termocoppia tipo K.
- In aggiunta sono previste due visite ad aziende specializzate nel settore.

## **Bibliografia**

Da definire.



## Q4740 SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:

Giovanni DEL TIN, esercitatore: Andrea CARPIGNANO

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire elementi conoscitivi ed alcuni strumenti operativi per l'analisi di sicurezza di impianti e sistemi complessi attraverso l'uso di metodologie probabilistiche e deterministiche. L'obiettivo è quello di fornire al futuro professionista una adeguata cultura tecnico-scientifica nel campo della sicurezza, utile ai fini della progettazione degli impianti, della gestione dei sistemi di trasporto e delle relative compatibilità ambientali, nonché della pianificazione di emergenze in situazioni incidentali. Il corso è costituito da 3 moduli didattici.

### **Prerequisiti**

Sono nozioni propedeutiche quelle impartite nei corsi di Idraulica e Fisica Tecnica. Sono altresì richieste conoscenze di base concernenti le caratteristiche costruttive e funzionali dei più comuni componenti e sistemi dell'impiantistica industriale.

### **Programma**

GENERALITÀ METODOLOGIE PER L'ANALISI DI AFFIDABILITÀ E SICUREZZA

Impegno (ore) lezione: 20 esercitazione: 10 laboratorio: 2

- Generalità sulla sicurezza e l'analisi di rischio
- Definizione, valutazione e accettabilità del rischio
- L'analisi di rischio quale strumento di supporto per la Valutazione di Impatto Ambientale e per la pianificazione del territorio, rischio d'area
- Rischi connessi all'impiantistica industriale, piani di emergenza interna ed esterna, normativa vigente in materia di sicurezza industriale
- Rischi connessi alle attività di trasporto
- Schema metodologico dell'analisi di sicurezza
- Metodologie speditive e metodologie dettagliate
- Identificazione degli eventi iniziatori (HAZOP, FMECA, ...) ed esempi applicativi
- Analisi dei sistemi (Fault Tree, Markov, Blocchi di Affidabilità)
- Cause Comuni di Guasto
- Analisi di sequenze incidentali (Event Tree, metodologie dinamiche, alberi fenomenologici)
- Analisi di vulnerabilità.
- Strumenti informatici per l'analisi di sicurezza

ANALISI FENOMENOLOGICA DELL'EVOLUZIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI E RELATIVE CONSEGUENZE

Impegno (ore) lezione: 40 esercitazione: 10 laboratorio: 2

- Identificazione degli eventi incidentali, interni all'azienda, rilevanti per la sicurezza delle aziende e dell'ambiente circostante
- Termini di sorgente: trattazione fenomenologica, identificazione dei possibili tipi di rilascio, modelli per la stima dell'entità del rilascio

- Fenomeni di esplosione: trattazione fenomenologica, classificazione, modelli per la valutazione delle conseguenze, misure di salvaguardia.
- Fenomeni di incendio: trattazione fenomenologica, classificazione, modelli per la valutazione delle conseguenze, misure di salvaguardia
- Dispersione di inquinanti nell'ambiente: trattazione fenomenologica, identificazione dei meccanismi di trasporto, modelli per la stima delle concentrazioni.
- Stima dei danni: vulnerabilità dell'uomo, delle strutture e dell'ambiente
- Identificazione e studio degli eventi di provenienza esterna: eventi naturali (terremoti, inondazioni, frane) ed eventi causati da altre attività industriali.

#### ANALISI DI AFFIDABILITÀ DI SISTEMA

Impegno (ore)    lezione: 20    esercitazione: 6

- Definizione di componente e sistema
- Definizione di affidabilità e disponibilità
- Determinazione empirica dell'affidabilità di componenti non riparabili
- Tasso di guasto e densità di guasto non condizionata
- Distribuzioni
- Analisi di sistemi di componenti non riparabili: parallelo, serie, logica maggioritaria, stand-by
- Riparabilità dei componenti
- Analisi di sistemi con componenti riparabili, parametri affidabilistici che caratterizzano i componenti riparabili, calcolo dell'indisponibilità di componenti riparabili, valutazione empirica di affidabilità e disponibilità per componenti riparabili
- Calcolo dell'indisponibilità e dell'affidabilità di un sistema mediante Minimal Cut Set
- Componenti sottoposti a test, calcolo del periodo di test ottimale, politiche di test per sistemi serie e parallelo
- Indici di criticità

#### **Laboratori e/o esercitazioni**

Agli allievi è proposta un'esercitazione pratica che consiste nell'analisi di sicurezza con metodologie deterministiche e probabilistiche di un sistema industriale complesso o di un sistema di trasporto ai fini della determinazione dell'impatto ambientale che si avrebbe in caso di incidente. L'esercitazione richiede l'applicazione delle metodologie trattate nelle diverse parti del corso.

#### **Bibliografia**

Appunti dei docenti.

A. Villemeure, Sureté de fonctionnement des systèmes industriels, Eyrolles, Paris, 1988.

Guidelines for chemical process quantitative risk analysis, Center for Chemical Process Safety of the AIChE, New York, 1989.



## **H4880 SISTEMI DI ELABORAZIONE**

Periodo: 2

Crediti: 10

Precedenze obbligatorie:

Docente: **Elena BARALIS** (Dipartimento di Automatica e Informatica,  
tel. 564 7075, e-mail baralis@polito.it, ricevimento lun. 10.30-11.30)

---

### **Presentazione del corso**

Il corso consiste nell'approfondimento di due argomenti fondamentali per l'organizzazione di sistemi complessi di elaborazione dell'informazione: i sistemi per la gestione delle basi di dati e le reti di telecomunicazioni.

Si propone il duplice obiettivo di approfondire, in questi due settori specifici, le conoscenze informatiche generali acquisite nell'ambito del corso di Fondamenti di informatica e di fornire una conoscenza di base delle applicazioni dell'informatica nell'industria.

### **Prerequisiti**

Fondamenti di informatica.

### **Programma**

#### *1) Basi di dati (40 ore)*

- *Caratteristiche del modello relazionale*
- Algebra relazionale
- Il linguaggio SQL: istruzioni per la definizione e l'elaborazione dei dati
- Sistemi per la gestione delle transazioni
- Gestione dei problemi dovuti a malfunzionamento
- Cenni su modelli prerelazionali (reticolare e gerarchico) e ad oggetti
- Modello concettuale dei dati: modello Entità Relazione
- Tecniche di progettazione concettuale di una base di dati
- Tecniche di progettazione logica relazionale
- Cenni di teoria della normalizzazione

#### *2) Reti di calcolatori (20 ore)*

- Struttura di una rete di telecomunicazione, topologie di rete
- Servizi di telecomunicazione
- Tecniche di commutazione
- Modello ISO/OSI
- Rete Internet
- Linguaggio HTML
- Reti locali (LAN): Ethernet, token ring, FDDI
- Reti metropolitane (MAN) e reti geografiche (WAN)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- Esercizi di progettazione concettuale e logica di basi di dati
- Esercizi sul linguaggio SQL
- Descrizione delle caratteristiche degli applicativi utilizzati in laboratorio

Laboratorio:

Esercitazioni su personal computer:- Sviluppo di piccole applicazioni in ambiente di sviluppo orientato agli oggetti- Accesso ad una base di dati relazionale mediante interfaccia SQL

- Uso di strumenti per l'automazione d'ufficio (foglio elettronico)
- Uso di strumenti Internet
- Progettazione di pagine HTML

## **Bibliografia**

### TESTI DI RIFERIMENTO

- E. Baralis, C. Demartini, 'Appunti del corso di Basi di Dati'.  
M. Ajmone Marsan, F. Neri, 'Appunti del corso di Reti di Telecomunicazioni'.

### TESTI AUSILIARI

- P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, 'Basi di dati: concetti, linguaggi e architetture', McGraw-Hill, 1997.  
D.N. Chorafas, 'Systems architecture and systems design', McGraw-Hill, New York, 1989.  
C. Batini, S. Ceri, S. Navathe, 'Conceptual database design: an Entity-Relationship approach', Benjamin-Cummings, 1992.  
C.J. Date, 'An introduction to database systems', Addison-Wesley, 1995.  
A.S. Tanenbaum, 'Computer networks', Prentice-Hall, 1988.

## **Esame**

Prova scritta e prova orale.



## **H4980    SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA**

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente: Enrico CARPANETO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni fondamentali per l'analisi e per la comprensione dei fenomeni dinamici nei sistemi elettrici per l'energia. In particolare, vengono trattati approfonditamente i sistemi di controllo della tensione e della frequenza e il comportamento dinamico in condizioni di guasto. Gli argomenti sono sviluppati con un'impostazione applicativa orientata alle problematiche del sistema elettrico nazionale, dei sistemi elettrici industriali e nell'autoproduzione.

### **Prerequisiti**

Macchine elettriche, Impianti elettrici I e II, Controlli automatici.

### **Programma**

#### *Introduzione. [4 ore]*

Introduzione allo studio della dinamica dei sistemi elettrici per l'energia: classificazione dei fenomeni dinamici, modelli e approssimazioni.

#### *Regolazione della frequenza e delle potenze attive. [20 ore]*

Generalità sulla regolazione della frequenza.

Regolazione della velocità di un gruppo in funzionamento isolato.

Modelli dinamici dei gruppi idroelettrici e termoelettrici.

Regolazione primaria della frequenza.

Regolazione secondaria della frequenza.

Regolazione della frequenza e delle potenze esportate in un sistema di aree interconnesse.

Grandi perturbazioni e controllo in emergenza.

#### *Comportamento dinamico della macchina sincrona. [14 ore]*

Modello dinamico della macchina sincrona: equazioni elettriche, magnetiche e meccaniche. Trasformazione di Park. Circuiti equivalenti e parametri dinamici (reattanze e costanti di tempo).

Comportamento in corto-circuito della macchina sincrona.

Modelli dinamici semplificati per lo studio dei transistori elettromeccanici.

Calcoli di corto-circuito: circuiti equivalenti approssimati, impedenze di sequenza inversa e omopolare.

#### *Comportamento dinamico del motore asincrono. [10 ore]*

Modello dinamico del motore asincrono: equazioni elettriche, magnetiche e meccaniche. Trasformazione di Park. Circuiti equivalenti e parametri dinamici.

Comportamento in corto-circuito del motore asincrono. Calcoli di corto-circuito, circuiti equivalenti approssimati.

Aspetti applicativi: schemi di comando e protezione, problemi di avviamento e di stabilità.

#### *Regolazione della tensione. [12 ore]*

Aspetti fondamentali della trasmissione e della distribuzione dell'energia elettrica. Metodi di regolazione della tensione.

Sistemi di eccitazione delle macchine sincrone. Componenti per la regolazione della tensione: alternatori e compensatori sincroni, induttori e condensatori, compensatori statici, trasformatori.

Rifasamento: aspetti tecnici ed economici.

Architettura complessiva della regolazione della tensione.

Stabilità. [10 ore]

Cenni sull

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Gli studenti, suddivisi in piccoli gruppi, svolgono le esercitazioni nel laboratorio informatico del Dipartimento con l'assistenza del docente. Le esercitazioni consistono nella simulazione, su personal computer e con programmi già sviluppati, del comportamento dinamico dei componenti e dei sistemi di controllo illustrati nelle lezioni in aula.

Le attività del corso sono integrate da due visite tecniche a impianti dell'ENEL e da seminari su argomenti applicativi di particolare rilevanza e attualità.

### **Bibliografia**

Testi ausiliari:

Ilceto, Impianti elettrici, Patron, Bologna.

Marconato, Sistemi elettrici di potenza, CLUP, Milano.

Saccomanno, Sistemi elettrici per l'energia: analisi e controllo, UTET, Torino.

### **Esame**

L'esame finale è orale, riguarda gli argomenti svolti nelle lezioni e comprende la discussione di un'esercitazione scelta dallo studente. È prevista la possibilità di sostenere una prova scritta di esonero a metà corso con modalità concordate con gli studenti.



## **01CJF    SISTEMI PER L'ACQUISIZIONE DATI**

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01AIK
Docente:	<b>Umberto PISANI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il Corso è dedicato alla moderna strumentazione elettronica, agli ambienti software di programmazione di schede di acquisizione integrate in un PC ed alle problematiche connesse all'acquisizione dati mediante sensori e trasduttori.

### **Prerequisiti**

Elettronica, Teoria dei segnali, Strumentazione elettronica di base.

### **Programma**

Strumentazione moderna per sistemi di misura automatici: oscilloscopi digitali, analizzatori d'onda digitali, analizzatori logici, analizzatori di reti. La misura di grandezze fisiche mediante sensori e loro condizionamento. L'acquisizione di segnali analogici: generalità, problematiche e architetture. Sensori e trasduttori: caratteristiche essenziali. Condizionamento e linearizzazione dei sensori. Esempio di linearizzazione di un termistore e progetto di un sistema per la misura di temperatura. Sorgenti di errore e loro valutazioni. Acquisizione multicanale: Aspetti progettuali, scanner, filtraggi, circuiti di campionamento e conversione A/D. Sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti. Problematiche di layout e disposizione delle masse. Ambiente SW per la realizzazione di strumentazione virtuale su PC. Ambienti LABVIEW e VEE per la realizzazione di strumenti virtuali.

### **Bibliografia**

U.Pisani: ' Misure Elettroniche: strumentazione elettronica di misura', Politeko Edizioni, Torino, 1999  
J.W.Dally, W.F.Riley, K.G.McConnell: Instrumentation for Engineering Measurements, John Wiley & Sons, Inc.  
George C. Barney: Intelligent Instrumentation, Prentice Hall International Ed.  
Larry D.Jones, A. Foster Chin: Electronic Instruments and Measurements, Prentice Hall International Ed  
M.G. Mylroi, G. Calvert: Measurement and Instrumentation for control, Peter Peregrinus Ltd. (IEE)

### **Esame**

Esercizi scritti con orale a cui contribuisce la discussione della tesina.

## 01CNT STRUMENTAZIONE PROGRAMMABILE

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01AIK
Docente:	Umberto PISANI

---

### **Presentazione del corso**

Il modulo è rivolto agli allievi ingegneri che intendono acquisire conoscenze sui moderni Sistemi di Misura controllati da elaboratori elettronici che utilizzano strumentazione programmabile.

### **Prerequisiti**

È utile avere le conoscenze di base sui fondamenti della misurazione, sulla teoria degli errori, e sui metodi e strumenti di misura, anche se non sono indispensabili per la fruizione del corso.

### **Programma**

L'interfaccia standard per strumentazione IEEE-488: architettura, caratteristiche meccaniche, elettriche e funzionali. Gestione del trasferimento dati, comandi di interfaccia e messaggi 'device dependent'. Indirizzamenti e richieste di servizio, procedure di 'polling'. Le funzioni di interfaccia e analisi di alcune di esse mediante i diagrammi di stato. Aspetti operativi e standardizzazione dei codici e formati (Std. IEEE 488-2). Problemi e tecniche per l'ottimizzazione di un sistema automatizzato di misura. Cenni alla strumentazione su scheda VME e strumentazione VXI. Cenni ai sistemi automatici di collaudo (ATE). Generalità sul collaudo 'in circuit' di schede elettroniche: strategie di misura e collaudo, architettura dei sistemi. Ambiente SW per la realizzazione di sistemi di test su schede PC compatibili. Gli ambienti di programmazione ad oggetti (LABVIEW e VEE).

### **Bibliografia**

S.Pirani: Sistemi automatici di misura e acquisizione dati IEEE-488.1, Esculapio, Bologna 1990

U.Pisani: 'Misure Elettroniche: strumentazione elettronica di misura', Politeko Edizioni, 1999.

### **Esame**

Esercizi scritti con orale a cui contribuisce la discussione della tesina.



# H5450    TECNICA DELLA SICUREZZA ELETTRICA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Vito CARRESCIA

---

## **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti della tecnica della sicurezza elettrica, cioè i modi con cui rendere sicuro per le persone l'uso dell'energia elettrica. Dopo una panoramica sugli effetti della corrente elettrica sul corpo umano si studiano i sistemi di protezione contro i contatti diretti e indiretti, con e senza interruzione automatica del circuito. Si affronta anche il problema della protezione delle condutture contro le sovracorrenti, della sicurezza dei circuiti di comando, del sezionamento, dei luoghi con pericolo di esplosione, delle radiazioni non ionizzanti.

## **Prerequisiti**

Elettrotecnica.

## **Programma**

*Le basi legislative della sicurezza.*

Gli enti normatori nazionali e internazionali. La conformità alle norme degli apparecchi e degli impianti. Il diritto nazionale e internazionale nel settore elettrico. La marcatura CE. La legge 46/90 sulla sicurezza degli impianti. Il marchio di qualità. Il rapporto tra norme di legge e norme di buona tecnica. Applicabilità delle norme agli impianti preesistenti. Alcuni dati statistici sugli infortuni elettrici. [8 ore]

*Principi generali di sicurezza.*

Definizione di sicurezza e di rischio. Sicurezza di un sistema. Relazione tra sicurezza e affidabilità. Individuazione del livello di sicurezza accettabile. Il rischio indebito. L'errore umano. [4 ore]

*Brevi richiami di elettrofisiologia.*

Effetti pato-fisiologici della corrente elettrica sul corpo umano. Limiti di pericolosità della corrente elettrica. Resistenza elettrica del corpo umano. [4 ore]

*Il terreno come conduttore elettrico.*

La resistenza di terra. I potenziali sulla superficie del terreno. Dispensori in parallelo. Tensione totale e tensione di contatto a vuoto e a carico. [2 ore]

*Isolamento funzionale, principale, supplementare, rinforzato.*

Definizione di massa. Curva di sicurezza. Massa estranea. Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla tensione. [4 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT.*

Necessità della protezione differenziale. L'equipotenzialità. Il relè di tensione. Il conduttore di neutro nei sistemi TT. [4 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TN.*

Rispetto della curva di sicurezza. Tensioni sul neutro. Il guasto non franco a terra. Reti pubbliche di distribuzione dell'energia: sistemi TT e TN. [4 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi IT.*

Sovratensioni per guasto resistivo e induttivo a terra. [2 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica del circuito.*

Trasformatore d'isolamento, apparecchi di classe seconda e di classe zero. [2 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti in alta tensione.*

Dispersore profondo. Misura delle tensioni di contatto e di passo. Interfaccia con l'impianto di terra di bassa tensione. Messa a terra del neutro. Cenni all'esecuzione dell'impianto di terra. [4 ore]

*Protezione contro i contatti diretti: misure totali e parziali; passive e attive.*

Isolamento, barriere e involucri. Gradi di protezione IP. Protezione contro i contatti diretti offerta dagli interruttori differenziali. [4 ore]

*Sistemi elettrici di categoria zero: bassissima tensione di sicurezza, di protezione e funzionale.*

Confronto delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti. Luoghi a maggior rischio elettrico, luoghi conduttori ristretti. [4 ore]

*- Misure di protezioni particolari in ambiente medico.*

Microshock. Sicurezza delle apparecchiature elettromedicali. Elettrobisturi. [2 ore]

*Sezionamento e comando. [4 ore]*

Comando d'emergenza. Comando funzionale. L'interruttore generale. Interruzioni per motivi non elettrici. Circuiti di comando: sicurezza contro l'azionamento intempestivo.

*Portata di un cavo.*

Curva di sovraccaricabilità di un cavo. Dispositivi di protezione di sovracorrente.

Requisiti del dispositivo di protezione contro il sovraccarico. [4 ore]

*Brevi richiami alla corrente di cortocircuito.*

Sollecitazioni termiche in condizioni di cortocircuito. Requisiti del dispositivo di protezione contro cortocircuito. [4 ore]

*Applicazione dei dispositivi di protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito.*

Dispositivo di protezione unico e dispositivi distinti. Protezione contro le sovracorrenti nei sistemi TT, TN e IT. [4 ore]

*Protezione dei motori contro il sovraccarico e il cortocircuito.*

Requisiti dell'alimentazione di sicurezza, con particolare riferimento all'illuminazione di sicurezza. [4 ore]

*Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione individuazione dei centri di pericolo, delle condizioni di ventilazione, della estensione e qualifica delle zone AD. [4 ore]*

*Modi di protezione per le costruzioni elettriche da utilizzare in atmosfera esplosiva.*

Tipi di impianti elettrici a sicurezza. Scelta del tipo di impianto adatto alla zona AD. [4 ore]

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni verteranno su:

Progetto dell'impianto di terra di una stazione di trasformazione. [4 ore]

Confronto e analisi delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti. [4 ore]

Misure della resistenza di terra e delle tensioni di contatto di passo in una officina elettrica dell'ENEL. [4 ore]

Determinazione della lunghezza massima protetta di un circuito protetto da un fusibile. [4 ore]

Visita ai laboratori dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità e del Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano, Milano. [8 ore]

## **Bibliografia**

V. Carrescia, Fondamenti di sicurezza elettrica, Edizioni TNE.



## **P5490    TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Adelmo CROTTI (collab. Cristina PRONELLO)</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti dell'ingegneria dei trasporti attraverso la trattazione delle principali teorie che stanno alla base della pianificazione, della tecnica e della gestione dei sistemi di trasporto. Si configura pertanto come corso formativo e informativo di settore e propedeutico per i corsi specialistici del 5° anno.

Il corso si compone di tre moduli.

### **Prerequisiti**

Istituzioni di economia (Civ.) - Meccanica applicata alle macchine/Macchine ' Elettrotecnica ' Ricerca Operativa.

### **Programma**

#### **MODULO I: ELEMENTI DI ECONOMIA DEI TRASPORTI E DELLE IMPRESE DI TRASPORTO**

- Le basi storiche dell'attuale assetto dei trasporti. La politica dei trasporti in Italia e nei paesi industrializzati. L'organizzazione dei trasporti in Italia (lez. 8 h, esercit. 0 h).

- La spesa nazionale nel settore trasporti ed il conto nazionale dei trasporti. Le forme di mercato e le sue imperfezioni. I costi di produzione. Le tariffe. Le sovvenzioni alle imprese, la politica fiscale. Analisi della domanda e dell'offerta di trasporto (lez. 8 h, esercit. 0 h).

- I Bilanci e gli indicatori gestionali. Costi e ricavi totali, medi e marginali. Punto di pareggio e di massimo profitto. Organizzazione delle imprese (lez. 4 h, esercit. 12 h).

#### **MODULO II: ELEMENTI DI TECNICA DEI TRASPORTI: IL MOTO ED IL DEFLUSSO DEI VEICOLI TERRESTRI**

- Caratteristiche e prestazioni dei veicoli terrestri. Il moto del veicolo: forze attive e resistenze. Caratteristiche meccaniche dei motori di trazione. Fasi caratteristiche del moto (lez. 8 h, esercit. 10 h).

- Caratteristiche e prestazioni delle infrastrutture stradali e ferroviarie. Le teorie del deflusso: capacità e potenzialità di trasporto. I sistemi a guida libera e a guida vincolata. Sistemi di esercizio e regimi di circolazione. (lez. 8 h, esercit. 6 h).

- Le prestazioni dei sistemi di trasporto. Sistemi di trasporto integrati, nodi di interscambio, intermodalità. I trasporti metropolitani. Il dimensionamento dei servizi. Le risorse per la produzione del trasporto (lez. 4 h, esercit. 4 h).

#### **MODULO III: ELEMENTI PROPEDEUTICI ALLA PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI E LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI E DEI PROGETTI**

- La statistica descrittiva e induttiva: probabilità, distribuzioni di frequenza. Il campionamento (lez. 2 h, esercit. 6 h).

- L'interpolazione. La regressione. La correlazione (lez. 0 h, esercit. 4 h).

- Le serie storiche: trend e componenti della serie. Metodi previsionali: curva ad occhio, media mobile, metodi regressivi, exponential smoothing. (lez. 0 h, esercit. 4 h).

- Modelli di domanda e di offerta. Modelli previsionali. Tecniche quantitative per la pianificazione dei trasporti (lez. 4 h, esercit. 0 h).

- L'analisi finanziaria. L'analisi economica. L'analisi costo-efficienza (lez. 4 h, esercit. 4 h).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esercizi relativi ai temi trattati in modo teorico a lezione. Alcune esercitazioni comprendono sia la spiegazione teorica dell'argomento che l'applicazione pratica (es. il modulo propedeutico alla pianificazione dei trasporti).

## **Bibliografia**

Per ogni argomento verranno fornite le dispense e l'indicazione bibliografica ed il testo di pubblicazioni in tema. Testi ausiliari: Mario Del Visco: 'Economia dei Trasporti' UTET; Vincenzo Torrieri: 'Analisi del sistema dei trasporti' FALZA, Reggio Calabria; Marino De Luca: 'Tecnica ed Economia dei Trasporti' CUEN, Napoli.

## **Esame**

Prova d'esame scritta e orale.

Esame scritto: risoluzione di esercizi su argomenti trattati nelle esercitazioni, senza possibilità di consultazione di testi e appunti.

1. È previsto un accertamento a fine corso che permette di non sostenere la prova scritta, qualora risulti sufficiente.

Tale accertamento è valido per l'intero anno accademico.

2) Per ciascuna sessione d'esame vi sarà una sola prova scritta nel primo appello che darà la possibilità di sostenere la prova orale in qualsiasi appello della medesima sessione.

Esame orale: per l'ammissione alla prova orale occorre aver superato con esito almeno sufficiente la prova scritta.



## **P5575    TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA / TECNOLOGIA DEI MATERIALI METALLICI PROGRAMMA TRONCATO**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Ignazio AMATO, Giorgio SCAVINO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze necessarie alla adozione dei materiali nelle costruzioni meccaniche.

### **Prerequisiti**

E' necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica.

### **Programma**

TECNOLOGIA DEI MATERIALI/CHIMICA APPLICATA (PROF. I. AMATO)

Impegno (ore): 45

Struttura e microstruttura dei materiali.

I solidi. L'ordine nei solidi. Cristalli e strutture cristalline. Solidi ionici, covalenti, metallici. Microstruttura. Difetti nei solidi: vacanze, interstiziali, dislocazioni. Diffusione. Energia superficiale. Bagnabilità. Macromolecole e polimeri.

Testo di riferimento.

I. Amato, L. Montanaro: 'Lezioni dal corso di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici', Vol. 1, 'La scienza dei ceramici', Cortina Editore, 1995.

Equilibri e trasformazioni di fase.

Regola delle fasi. Diagrammi di stato binari.

Testo di riferimento.

C. Brisi: 'Chimica Applicata', Levrotto e Bella, 1982.

Proprietà dei materiali.

Proprietà fisiche: punto di fusione, densità, conducibilità e dilatazione termica, conducibilità elettrica. Proprietà meccaniche: comportamento a trazione, comportamento elastico, forze di ritrazione, coefficiente di Poisson, elasticità entropica ed elasticità entalpica, comportamento plastico, incrudimento, elementi di meccanica della frattura, sforzo critico per frattura fragile, sforzo critico per frattura duttile, fattore di intensificazione degli sforzi (K), calcolo di K<sub>Ic</sub>, fatica, creep, durezza.

Testo di riferimento.

W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambelli: 'Introduzione alla scienza dei materiali', Hoepli, 1994. Materiali ceramici.

Classificazione. Sinterizzazione. Polveri. Additivi. Formatura. Allumina, Zirconia, Nitruro e Carburo di Silicio. Rivestimenti. Cermet ed utensili da taglio. Vetro e Vetro-Ceramici. Fibre di vetro.

Testo di riferimento.

I. Amato, L. Montanaro: 'Lezioni dal corso di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici', Vol. 1, Vol. 2, Vol. 3 (in stampa), Cortina Editore, 1996, '97, '99.

Combustibili e lubrificanti.

Petrolio: caratteristiche. Distillazione. Cracking. Reforming. Raffinazione.  
Caratteristiche combustibili. Potere calorifico. Aria teorica di combustione.  
Temperatura teorica di combustione. Potenziale termico. Te

## Esame

Orale su programma svolto, integrato con parte relativa al corso di Tecnologia dei Materiali Metallici svolta dal Prof. G.Scavino.



## **H5640    TECNOLOGIA MECCANICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Francesco SPIRITO</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Obiettivi del corso sono: fornire l'insieme di nozioni necessarie a comprendere come possa essere prodotto un particolare meccanico; analizzare i diversi elementi componenti la macchina utensile; studiare i fondamenti teorici dei processi di lavorazione con asportazione di materiale e per deformazione plastica; introdurre i primi elementi di gestione delle macchine utensili; presentare una panoramica delle lavorazioni non convenzionali.

### ***Prerequisiti***

Comprensione di un disegno tecnico, nozioni sulle caratteristiche dei materiali metallici, elementi di scienza delle costruzioni.

### ***Programma***

La prima parte del corso ha carattere prevalentemente propedeutico e fornisce un'ampia panoramica dei principali elementi componenti la macchina utensile; vengono inoltre sviluppati gli aspetti teorici connessi alle operazioni di taglio con asportazione di materiale.

Ampio spazio viene dedicato alle macchine utensili a CN, sviluppandone sia l'aspetto costruttivo sia l'aspetto applicativo. Vengono trattate le basi del linguaggio di programmazione. In stretta connessione con le macchine a CN, si esaminano i sistemi integrati di produzione ed il CAM.

Vengono inoltre trattate le lavorazioni per deformazione plastica, considerate mezzo per l'ottenimento di semilavorati per le lavorazioni ad asportazione di truciolo.

La parte finale del corso è dedicata ad una panoramica delle tecnologie di lavorazione non convenzionali (EDM, ECM, laser, ecc.).

Si esaminano inoltre le problematiche connesse all'insieme di più macchine utensili in un flusso di produzione al fine di minimizzare i tempi non operativi.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Esercitazioni:

Stesura di cicli di lavorazione.

Analisi delle principali macchine universali.

Ottimizzazione flusso di produzione.

Laboratori:

Visione delle principali macchine utensili.

Prove tecnologiche.

### ***Bibliografia***

R. Ippolito, Appunti di Tecnologia Meccanica, Levrotto & Bella, Torino.

## **P5720    TECNOLOGIE SPECIALI**

Periodo: 2

Crediti: 10

Precedenze obbligatorie:

Docente: **Augusto DE FILIPPI**

---

### **Presentazione del corso**

Scopo del Corso è l'ampliamento delle conoscenze sui processi tecnologici utilizzati dalle industrie manifatturiere del settore meccanico per la fabbricazione in media e grande serie di prodotti anche in materiali innovativi. Vengono innanzitutto discusse, nell'ambito della Produzione Snella e dell'Ingegneria Simultanea, le relazioni tra progettazione, fabbricazione e montaggio, affrontando le tematiche del Design for Manufacture (DFM) e del Design for Assembly (DFA). Sono quindi analizzati i processi per la fabbricazione di parti in materiali polimerici termoplastici o termoindurenti, la metallurgia delle polveri, le macchine e i sistemi produttivi con automazione rigida o ibrida, l'attrezzaggio delle macchine utensili e la scelta delle condizioni ottimali di taglio. Alcuni metodi non convenzionali di lavorazione sono trattati nel corso del programma, in quanto collegati con le tematiche principali.

Il corso si compone di due moduli.

*The Course is compulsory for the students who choose the "Manufacturing" trend and completes the trilogy of technological courses which started during the 3rd year.*

*First of all are discussed, in the ambit of Lean Production and Simultaneous Engineering, the relationships among design, manufacturing and assembly, by analysing the topics of DFM and DFA. Follows the treatment of manufacturing systems characterized by rigid or flexible automation as well of cutting conditions optimization and fixture design. Problems connected with some particular productive processes (powder metallurgy, plastic part technology and non traditional machining techniques) are also examined.*

*The lessons are integrated with practical exercises, aimed to the application of the theoretical knowledge, and with visits to some industrial plants.*

### **Prerequisiti**

Sono da considerarsi propedeutici i Corsi di Scienza delle Costruzioni e di Meccanica Applicata alle Macchine, oltre naturalmente ai Corsi nei campi del disegno e della tecnologia meccanica.

### **Programma**

**PROGETTAZIONE DEL PEZZO PER LA FABBRICAZIONE; PROCESSI PER LA FORMAZIONE DEI MATERIALI POLIMERICI E DELLE POLVERI**

*a. Introduzione al Corso.*

Produzione Snella e Ingegneria Simultanea. Produzione e sua organizzazione. Cenni storici. Progettare per la fabbricazione (DFM) e progettare per il montaggio (DFA): critica economica del progetto e scelta del processo produttivo; scelta del materiale e delle tolleranze di lavorazione; accorgimenti progettuali per ridurre i tempi di lavorazione e di montaggio; prototipazione rapida e sue applicazioni nello stampaggio della lamiera e dei materiali polimerici, e nella fusione (Rapid Tooling).



*b. Processi per la formatura dei materiali polimerici e metallurgia delle polveri.*

Materie plastiche e compositi: caratteristiche reologiche, settori di utilizzo, riciclaggio; processi per la fabbricazione di prodotti in plastica; costruzione di manufatti in composito e loro lavorazione. Metallurgia delle polveri: materiali e loro proprietà; fasi tecnologiche essenziali e lavorazioni complementari; confronti con altri processi di fabbricazione; criteri per la progettazione dei pezzi; controlli e collaudi.

## **MACCHINE AUTOMATICHE E LORO ATTREZZAGGIO**

*a. Macchine utensili con automazione rigida o ibrida.*

Macchine utensili con automazione rigida: torni automatici plurimandrino e loro evoluzione verso il Controllo Numerico con soluzioni ibride, macchine con teste operatrici multiple, linee a trasferimento rigide e flessibili.

*b. Criteri per l'uso ottimale e per l'attrezzaggio delle macchine utensili.*

Ottimazione delle condizioni di taglio in presenza di vincoli (leggi non tayloriane per la durata dell'utensile, limiti posti dal sistema formato da macchina utensile - utensile - pezzo).

Attrezzature di lavorazione: classificazione e campi di utilizzo, componenti caratteristici e loro costruzione, attrezzature modulari e la loro progettazione automatica con l'integrazione CAD-Sistema Esperto.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Il programma delle Esercitazioni potrà subire variazioni dettate da esigenze didattiche e organizzative. In linea di massima si prevedono i temi seguenti:

Applicazioni dei concetti DFM e DFA.

Analisi di uno stampo per l'iniezione della plastica con valutazione analitica delle voci di costo e del numero ottimale delle impronte.

Stage presso aziende per l'analisi di processi produttivi con stesura di una relazione tecnica.

Studio di una linea rigida a trasferimento.

Progettazione di componenti di attrezzature di bloccaggio.

Visite di impianti produttivi presso Aziende.

## **Bibliografia**

- Appunti del Docente

- S. Kalpakjian, Manufacturing Engineering and Technology, Addison-Wesley

- M. Rossi, Attrezzature meccaniche e lavorazioni in serie, Tecniche nuove.

## **Esame**

Non essendo previsti accertamenti durante il Corso esiste unicamente l'esame finale che prevede la sola prova orale. Alla valutazione contribuisce il giudizio sulle relazioni preparate durante le Esercitazioni.

# 01CUD    **TEORIA DELL'AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	01CAR oppure 01CAP oppure 01AZZ
Docente:	<b>Francesco DONATI</b>

---

## **Presentazione del corso**

Si tratta del primo modulo di un corso articolato in due moduli che ha come obiettivo quello di avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione. Il primo modulo ha contenuto metodologico e si propone di introdurre uno standard progettuale, con particolare riguardo allo sviluppo della logica di controllo.

## **Prerequisiti**

Si richiede una conoscenza delle nozioni di base della teoria dei sistemi e dei controlli automatici.

## **Programma**

La modellizzazione matematica come strumento base della conoscenza.

I modelli matematici orientati.

Sistemi dinamici lineari invarianti, continui e discreti: controllabilità, osservabilità, invertibilità.

Osservatore, controllore, generatore dei riferimenti.

L'incertezza in norma e il teorema fondamentale del controllo.

L'approccio progettuale a due modelli.

## **Bibliografia**

M. Athans et al.: 'Systems, Networks and Computation Multivariable Methods', McGraw-Hill, New York

V. Strejč: 'State Space Theory of Discrete Linear Control', J. Wiley and Sons, New York

## **Esame**

Prova scritta, immediatamente seguita da correzione e prova orale.





*Il deflusso ininterrotto sulle grandi infrastrutture e nella circolazione urbana.*

Tecniche di stima della capacità delle sezioni stradali. Il manuale HCM - Tecniche e tecnologie di rilevazione di flussi di traffico, il trattamento dei dati e la formazione degli archivi. (3 ore)

*La regolazione delle intersezioni e dei percorsi.*

Le intersezioni e il flusso ininterrotto - la geometria delle intersezioni: a raso, a più livelli. La regolazione delle intersezioni: la regolazione passiva e la regolazione attiva. Principi di regolazione: il software applicativo. La teoria del flusso veicolare ininterrotto: gli itinerari regolati con sistemi semaforici, il software applicativo. La teoria della tariffazione della strada "road pricing" e dell'"area o urban pricing". (4 ore)

*Le rotatorie*

Le rotatorie a flusso continuo e a precedenza. Studio e progettazione delle rotatorie. Inserimento delle rotatorie nei percorsi regolati. La regolazione semaforica delle rotatorie (3 ore)

*La circolazione dei mezzi pubblici.*

La presenza simultanea e differenziata della circolazione dei mezzi di trasporto collettivo. Le stazioni, Le fermate, (2 ore)

*La sosta.*

Stima della domanda e dell'offerta nelle diverse tipologie. La pianificazione delle strutture fisse e la gestione degli impianti. La tariffazione della sosta (2 ore)

*La valutazione delle politiche sul traffico.*

L'analisi C/B. La VIA applicata al traffico e alla circolazione. La considerazione delle variabili economiche e territoriali. L'analisi M/C. I sistemi multipreferenziali e le tecniche di valutazione. (2 ore).

### 3. EFFETTI DELLA CIRCOLAZIONE VEICOLARE: AMBIENTE, SICUREZZA. NORMATIVE Impegno (ore totali) lezioni: 10 esercitazioni: 20

*La segnaletica stradale: l'efficacia e la visibilità.*

Il posizionamento, il distanziamento, il dimensionamento, i caratteri, i colori. Il codice della strada. Segnaletica pubblicitaria. (4 ore)

*Tecniche di "TRAFFIC CALMING" e di circolazione specializzata.*

La circolazione pedonale. La circolazione ciclabile. La tutela dei soggetti deboli nella circolazione (2 ore)

*La sicurezza e l'incidentalità.*

L'analisi della sicurezza, la rilevazione degli incidenti, la statistica e la casistica incidentale. L'organizzazione del rilevamento e della archiviazione dei dati incidentali. (4 ore)

*La questione ambientale.*

La normativa - le emissioni di inquinanti atmosferici e sonori. La modellistica di simulazione. Le normative della CEE e nazionali. L'impatto ambientale e le misure di mitigazione La V.I.A. per il traffico e la circolazione (6 ore)

*La legislazione e la normativa sul traffico e la pianificazione.*

Il Nuovo codice della strada e l'art.36. La circolare 2575/1984. Le Direttive per la redazione dei Piani urbani del traffico. La legislazione ambientale e per la fluidificazione della circolazione. La legge n.122/1989 per la redazione dei Programmi urbani dei parcheggi. (4 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni sono articolate in 3 sezioni principali propedeutiche e applicative: Elementi di statistica e introduzione ai modelli di traffico: [9 ore]



Pianificazione integrata della circolazione, delle intersezioni e dei percorsi con software applicativo e rilevazioni sul campo: [31 ore]

Studi sulla sosta, sulla sicurezza, sulle emissioni e sull'ambiente: [10 ore]

Le esercitazioni prevedono fasi di ricerca dati sul campo e di elaborazione dei dati in laboratorio informatico.

## **Bibliografia**

Il materiale didattico, testi in fascicoli, copie di slides e varie; sarà distribuito nel corso delle lezioni e delle esercitazioni. Sono inoltre testi di riferimento:

M. Olivari: 'Elementi di Teoria e tecnica della circolazione stradale' - F. Angeli Editore 'M. Villa: 'Tecnica del traffico e della circolazione' (in fotocopia).

M. Villa: 'Elementi di economia urbana'(in fotocopia).

M. De Luca e V.Astarita: I Piani urbani del traffico .Franco Angeli  
Manuale HCM, Manualistica per il software applicativo

## **Esame**

Le esercitazioni vengono concluse con la predisposizione di un lavoro di squadra che percorre gli argomenti principali del corso con l'utilizzazione di strumenti e tecniche di rilievo ed elaborazione al computer anche a casa.

La valutazione viene effettuata sulla qualità della esercitazione e del lavoro svolto e presentato e sull'esame orale.

## **H6000 TERMOTECNICA**

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:

**Antonio Maria BARBERO**

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso si pone l'obiettivo di fornire una formazione mirata alla gestione corretta, in termini energetici, ambientali ed economici, degli impianti utilizzati per la fornitura di energia termica ad utenze civili ed industriali. La formazione è quindi rivolta soprattutto a chi debba acquisire e gestire detti impianti, pur fornendo informazioni di carattere tecnologico specialistico e cenni di progettazione. Gli impianti che vengono trattati nel corso sono: generatori di vapore, caldaie ad acqua surriscaldata, forni, inceneritori. Il corso tende a fornire una visione critica e comparata del funzionamento di detti impianti, nell'ottica di chi debba fornire servizi di forniture energetiche in modo economico, sicuro e con il minor impatto ambientale possibile.

### ***Prerequisiti***

Nozioni acquisite con la frequenza del corso di Fisica tecnica, Chimica applicata, Macchine I.

### ***Programma***

Descrizione dei principali tipi di generatore di calore: generatori di vapore e loro ausiliari (in particolare pompe di alimentazione, di circolazione, di estrazione del condensatore), generatori di acqua calda, generatori di acqua surriscaldata, generatori di fluidi diatermici caldi, generatori di aria calda, forni, inceneritori. Caratterizzazione termica delle parti dei generatori di calore. Caratteristiche delle fiamme (cenni). Caratteristiche fisico-chimiche dei combustibili. Caratteristiche fisico-chimiche dei prodotti della combustione. Reazioni di combustione (metodi particolari di calcolo). Metodi di calcolo dei rendimenti. Metodi di calcolo dei rendimenti.

Metodi di calcolo delle perdite di energia. Influenza delle varie perdite sul rendimento ai vari regimi termici. Richiami di trasmissione del calore applicati ai generatori di calore. Emissione di energia raggiante da fiamme. Dimensionamento termico delle camere di combustione. Dimensionamento termico degli scambiatori a valle della camera di combustione. Verifiche del calcolo termico dei generatori di calore. Metodi semiempirici di calcolo di progettazione termica. Previsioni di funzionamento con il metodo del reattore ben mescolato. Cenni a modelli matematici a una o più dimensioni. Recuperatori di calore: calcolo e descrizione. Cenni a generatori di calore non a combustione. Cenni a impianti di cogenerazione di energia termica e meccanica.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Esercitazioni di calcolo e inoltre esercitazioni monografiche su: strumentazione di misura per generatori di calore; problemi di corrosione; legislazione e inquinamento;



approfondimento di aspetti particolarmente interessanti di alcuni generatori; valutazione economica degli interventi di risparmio energetico (VAN, IRR).

Visita al laboratorio di prove sulla combustione di Fisica tecnica e Impianti nucleari. Visite a stabilimenti del settore (costruzione bruciatori, caldaie, pannelli solari) e a generatori di vapore.

## Esame

Orale.

Descrizione dei principali tipi di generatori di calore, generatori di vapore e loro applicazioni in particolare campo di alimentazione, di cogenerazione, di coltura del conduttore, generatori di acqua calda, generatori di acqua surriscaldata, generatori di fluidi di lavoro, generatori di aria calda, forni, bruciatori. Caratteristiche generali delle parti dei generatori di calore. Caratteristiche delle forme (tubi, lamiere, cilindri, etc.). Caratteristiche delle combustioni. Caratteristiche delle combustioni nei reattori della combustione. Metodi di combustione, reattori di combustione, reattori di calcolo, reattori di calcolo dei reattori. Metodi di calcolo dei reattori.

Metodi di calcolo delle perdite di energia, bilancio delle varie perdite sul rendimento in vari regimi termici. Bilancio di trasmissione del calore applicato ai generatori di calore. Bilancio di energia rispetto alle forme. Dimensionamento termico delle camere di combustione. Dimensionamento termico degli reattori a celle delle camere di combustione. Verifica del calcolo termico dei generatori di calore. Metodi di calcolo di protezione termica. Verifica di dimensionamento con il metodo del trattore per reattori. Caratteristiche generali a una o più dimensioni. Reattori di calore e descrizione. Caratteristiche generali di calore per reattori. Caratteristiche generali di reattori di combustione di energia termica e meccanica.

## Laboratorio ed esercitazioni

Esercizi di calcolo e inoltre esercitazioni metodologiche sul dimensionamento di reattori per generatori di calore, reattori di combustione, reattori di protezione e impianto.

Periodo	1	2	3
Credito	1	1	1
Prerequisiti obbligatori	Prerequisiti obbligatori		
Docenti	Prerequisiti obbligatori		

Presentazione del corso

Il corso di diritto dell'ambiente è un corso di base, che prepara lo studente a una carriera professionale nel settore dell'ambiente e a una carriera accademica. Il corso è articolato in tre parti: la prima parte è dedicata alla storia e alla filosofia dell'ambiente, la seconda parte è dedicata alla normativa ambientale, la terza parte è dedicata alla giurisprudenza ambientale. Il corso è tenuto dal professor dott. [nome], che ha una vasta esperienza nel settore dell'ambiente e ha insegnato diritto dell'ambiente in diverse università. Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Programma

Il corso è articolato in tre parti: la prima parte è dedicata alla storia e alla filosofia dell'ambiente, la seconda parte è dedicata alla normativa ambientale, la terza parte è dedicata alla giurisprudenza ambientale. La prima parte è dedicata alla storia e alla filosofia dell'ambiente, in particolare alla nascita del movimento ambientalista e alla nascita del diritto dell'ambiente. La seconda parte è dedicata alla normativa ambientale, in particolare alla normativa comunitaria e alla normativa nazionale. La terza parte è dedicata alla giurisprudenza ambientale, in particolare alla giurisprudenza della Corte di Giustizia e alla giurisprudenza della Corte di Cassazione.

Prerequisiti

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

La disciplina del diritto dell'ambiente è un corso di base, che prepara lo studente a una carriera professionale nel settore dell'ambiente e a una carriera accademica.

Il corso è articolato in tre parti: la prima parte è dedicata alla storia e alla filosofia dell'ambiente, la seconda parte è dedicata alla normativa ambientale, la terza parte è dedicata alla giurisprudenza ambientale.

Il corso è tenuto dal professor dott. [nome], che ha una vasta esperienza nel settore dell'ambiente e ha insegnato diritto dell'ambiente in diverse università.

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].

Il corso è tenuto in lingua italiana. Il corso è tenuto in orario serale. Il corso è tenuto in aula [numero].



## **01AOD DIRITTO DELL'AMBIENTE**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Riccardo MONTANARO</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso si propone di fornire una preparazione giuridica di base sulla normativa comunitaria e interna in materia di tutela dell'ambiente, di lotta agli inquinamenti e di rischi industriali. Una prima parte verrà dedicata ai profili istituzionali, alle fonti del diritto ambientale e all'assetto delle competenze; particolare attenzione verrà dedicata alla illustrazione, in termini generali, delle procedure pianificatorie e autorizzatorie. Seguirà una trattazione sistematica delle discipline di settore (inquinamento idrico, atmosferico, da rifiuti, elettromagnetico, luminoso). Un ambito specifico verrà dedicato alla disciplina dei rischi industriali.

### ***Programma***

Nozioni generali: ambiente e inquinamento. I principi costituzionali in materia ambientale. L'Unione Europea e l'intervento in materia ambientale: dal ravvicinamento delle legislazioni alla fondazione del diritto ambientale in sede comunitaria. I principi fondamentali dello sviluppo sostenibile, della prevenzione, della protezione dei beni fondamentali, del "chi inquina paga". L'assetto delle competenze interne: il Governo e il Ministero dell'Ambiente; le Regioni; gli enti locali (Province, Comuni e Consorzi intercomunali); gli organismi tecnico-consultivi statali e locali.

I procedimenti amministrativi in materia ambientale: la pianificazione; le autorizzazioni (presupposti soggettivi e oggettivi; il procedimento; criteri e prescrizioni); le procedure di controllo.

Le discipline di settore: la Valutazione di Impatto Ambientale; il danno ambientale; l'inquinamento idrico e la gestione delle risorse idriche; l'inquinamento atmosferico; la gestione dei rifiuti; l'inquinamento acustico; l'inquinamento elettromagnetico; l'inquinamento luminoso; prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC).

La disciplina dei rischi industriali: le direttive comunitarie; la normativa interna (definizioni, ambito di applicazione, evoluzione, contenuto, criticità).

### ***Bibliografia***

R. Ferrara - F. Fracchia - N. Olivetti Rason, *Diritto dell'ambiente*, Laterza, Bari, 1999

R Ferrara - R. Lombardi, *Codice dell'Ambiente*, Cedam, Padova, 2000

Altri testi e apporti dottrinari e giurisprudenziali verranno indicati dal docente su temi specifici.

### ***Esame***

L'esame consisterà in una verifica orale delle conoscenze acquisite, sulle tematiche di ordine generale e specifico. Nell'ambito del corso potrà essere assegnata agli studenti la redazione di relazioni scritte su tematiche specifiche, da discutere in sede di esame orale.

## 01DAO ESTETICA A

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Roberto SALIZZONI

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare le principali posizioni espresse nel corso del Novecento dalla filosofia e dalle scienze umane sui temi dell'arte e della bellezza. Estetica filosofica, antropologia, sociologia e psicologia, in un rapporto di dialogo e di reciproco scambio, elaborano teorie ed analisi dei fatti artistici e dei fenomeni della bellezza. È possibile percorrere, seguendo i fili tematici dell'estetica, le aree più interessanti del discorso filosofico ed umanistico del nostro secolo. Il corso propone alcuni di questi percorsi, mirando a chiarire le diverse prospettive metodologiche, a mettere a punto un lessico filosofico essenziale, a introdurre gli autori più significativi.

### **Programma**

Arte, linguaggio e comunicazione (L'ecologia della mente secondo Bateson; i diversi modi di concepire l'inconscio da Freud alla "prammatica della comunicazione"; stile, grazia e bellezza come condizioni della comunicazione).

Arte, tecnica, natura (Il rapporto tra arte, mito e scienza secondo C. Lévi-Strauss; l'arte come risposta possibile allo sviluppo della tecnica secondo W. Benjamin; tecnica e natura in M. Heidegger).

Creazione e ricezione dell'opera (R. Jauss e il piacere estetico; il problema dell'autore secondo l'ermeneutica).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso saranno introdotte e commentate parti determinate delle opere indicate in bibliografia

### **Bibliografia**

- W. Tatarkiewicz, Storia di sei Idee, Palermo, Aesthetica
- C. W. Benjamin, L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica, Torino, Einaudi.
- C. Lévi-Strauss, Il pensiero selvaggio, Milano, il Saggiatore
- G. Bateson, Verso un'ecologia della mente, Milano, Adelphi
- H.R. Jauss, Apologia dell'esperienza estetica, Torino, Einaudi
- T. W. Adorno, Teoria estetica, Torino, Einaudi
- M. Heidegger, Saggi e discorsi, Milano, Mursia.

### **Esame**

Sono previste prove scritte di verifica durante il corso e come prova finale.



Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Roberto SALIZZONI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare le principali posizioni espresse nel corso del Novecento dalla filosofia e dalle scienze umane sui temi dell'arte e della bellezza. Estetica filosofica, antropologia, sociologia e psicologia, in un rapporto di dialogo e di reciproco scambio, elaborano teorie ed analisi dei fatti artistici e dei fenomeni della bellezza. È possibile percorrere, seguendo i fili tematici dell'estetica, le aree più interessanti del discorso filosofico ed umanistico del nostro secolo. Il corso propone alcuni di questi percorsi, mirando a chiarire le diverse prospettive metodologiche, a mettere a punto un lessico filosofico essenziale, a introdurre gli autori più significativi.

### **Programma**

In particolare il modulo B propone sviluppi del modulo A attraverso temi e problemi più vicini alla prassi artistica ed estetica in generale  
L'arte astratta e le sue interpretazioni. Museo, collezione, esposizione. Il paesaggio come problema estetico.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso saranno introdotte e commentate parti determinate delle opere indicate in bibliografia.

### **Bibliografia**

AA. VV., *The spiritual in Art: Abstract Painting 1890-1985*, New York, Abbeville  
S. Stewart, *On Longing*, Londra, Duke Univ. Press  
J. Clifford, *I frutti puri impazziscono*, Torino, Bollati; e dello stesso autore *Strade*, Torino, Bollati.

### **Esame**

Sono previste prove scritte di verifica durante il corso e come prova finale.

## 01DAW ETICA AMBIENTALE

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Paolo VINEIS

---

### **Presentazione del corso**

Secondo una diffusa interpretazione la descrizione della natura avviene tramite proposizioni osservative il cui significato non cambia col mutare delle teorie; e le teorie devono il loro valore di verità alla possibilità di tradurle, secondo regole univoche di corrispondenza, in proposizioni osservative. Anche nell'etica troviamo un analogo programma consistente nel derivare decisioni certe da premesse universali associate a regole deduttive (il cosiddetto "principalismo"). Tutti e due i modelli sono entrati in crisi negli ultimi decenni. Esistono però soluzioni alternative. Comune alle proposte di soluzione è la transizione da una concezione basata su leggi univoche e universali ad una concezione più debole fondata su "fuzzy sets". Nelle scienze la teoria dei fuzzy sets si applica per esempio nella classificazione delle specie animali, o delle malattie umane: essa trae essenzialmente origine dalla idea wittgensteiniana delle classificazioni politetiche (l'appartenenza alla stessa classe non avviene sulla base di un unico criterio ma di più criteri embricati, come in una corda formata di tanti fili nessuno dei quali è lungo quanto la corda stessa). Anche in campo etico la teoria dei fuzzy sets sembra di una certa utilità: perfino principi categorici come "non uccidere" perdono la loro assolutezza in contesti particolari. La teoria dei fuzzy sets può consentire di risolvere intricati problemi etici e di tener conto del contesto nel formulare un giudizio etico.

### **Programma**

L'etica ambientale: le diverse correnti contemporanee. Il paradigma di Georgetown. La tradizione americana e quella europea. Le difficoltà della teoria etica in rapporto con l'evoluzione delle tecnologie. Esempi: la riproduzione assistita, i cibi geneticamente modificati, i tests genetici. Il concetto di fuzzy set applicato alle scienze. Teoria della classificazione. Il concetto di fuzzy set applicato all'etica.

### **Bibliografia**

- S. Bartolommei: *Etica e natura*. Laterza, 1995
- R. Dworkin: *Il dominio della vita*. Edizioni di Comunità, 1994
- P. Vineis: *Nel crepuscolo della probabilità*. Einaudi Editore, 1999
- Mark Johnson: *Moral Imagination*. University Chicago Press, 1993.

### **Esame**

Si baserà sulla discussione di un caso presentato dallo studente.



## **01DAQ    FILOSOFIA DELLA MENTE A (MENTE, CERVELLO E COMPUTER)**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Alberto VOLTOLINI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si incentrerà in due parti, la prima di base (A) e la seconda di approfondimento tematico (B). Nella prima parte saranno presentate alcune prospettive fondamentali che si fronteggiano nell'ambito di filosofia della mente intorno alla questione di che cos'è uno stato mentale: la prospettiva dualista, quella comportamentista, quella materialista e quella funzionalista. Quest'ultima sarà vista tanto nella versione più semplice, come funzionalismo causale, quanto nella sua versione più sofisticata, il funzionalismo computazionale. Questa versione permetterà di dedicare specifica attenzione ad un problema che il vertiginoso sviluppo delle scienze cognitive da un lato e dell'intelligenza artificiale dall'altro rende sempre più attuale, ossia se il paragone tra la mente e il computer fornisca la chiave per comprendere che cos'è davvero la mente o sia soltanto uno strumento utile per capire il suo funzionamento. Attraverso l'analisi di queste prospettive, si cercherà di illustrare le due fondamentali opzioni filosofiche che si fronteggiano a proposito della mente: la concezione riduzionista, per cui tutto ciò che è mentale rientra nell'ordine naturale del mondo e può dunque in linea di principio essere studiato dalle scienze naturali, e quella anti-riduzionista, per cui la mente ha certe proprietà speciali, per cui non può essere completamente compresa dalla scienza. Nella seconda parte, i temi trattati nella prima parte verranno riconsiderati alla luce della questione di che cos'è la causazione mentale, ossia del rapporto mente - corpo (cervello) e il problema della loro interazione, e di quali sono gli ostacoli alla realizzazione di un programma di naturalizzazione della mente: il carattere qualitativo e soggettivo degli stati mentali, l'esistenza dei contenuti mentali e dell'intenzionalità, cioè del fatto che gli stati mentali vertano su cose ed eventi del mondo.

### **Programma**

- Il dualismo cartesiano: mente e corpo come sostanze separate.
- Il rifiuto della mente: il programma comportamentista. Limiti del programma.
- Il materialismo radicale e quello moderato: varie teorie dell'identità tra stati mentali e stati cerebrali.
- Il programma funzionalista e l'idea di 'realizzabilità multipla' di uno stato mentale.
- Il funzionalismo computazionale: la mente come un computer. Macchine di Turing, test di Turing; le obiezioni (l'argomento di Searle della 'stanza cinese').

### **Bibliografia**

Testo di riferimento:

Di Francesco, M., *Introduzione alla filosofia della mente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1996.

Testi di consultazione:

M. Salucci, *Mente/Corpo*, La Nuova Italia, Firenze 1997.

R. Lanfredini, *Intenzionalità*, La Nuova Italia, Firenze 1998.

### **Esame**

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta su un tema trattato nel corso.

# 01DAR    **FILOSOFIA DELLA MENTE B** **(MENTE CERVELLO E COMPUTER)**

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Alberto VOLTOLINI</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si incentrerà in due parti, la prima di base (A) e la seconda di approfondimento tematico (B). Nella prima parte saranno presentate alcune prospettive fondamentali che si fronteggiano nell'ambito di filosofia della mente intorno alla questione di che cos'è uno stato mentale: la prospettiva dualista, quella comportamentista, quella materialista e quella funzionalista. Quest'ultima sarà vista tanto nella versione più semplice, come funzionalismo causale, quanto nella sua versione più sofisticata, il funzionalismo computazionale. Questa versione permetterà di dedicare specifica attenzione ad un problema che il vertiginoso sviluppo delle scienze cognitive da un lato e dell'intelligenza artificiale dall'altro rende sempre più attuale, ossia se il paragone tra la mente e il computer fornisca la chiave per comprendere che cos'è davvero la mente o sia soltanto uno strumento utile per capire il suo funzionamento. Attraverso l'analisi di queste prospettive, si cercherà di illustrare le due fondamentali opzioni filosofiche che si fronteggiano a proposito della mente: la concezione riduzionista, per cui tutto ciò che è mentale rientra nell'ordine naturale del mondo e può dunque in linea di principio essere studiato dalle scienze naturali, e quella anti-riduzionista, per cui la mente ha certe proprietà speciali, per cui non può essere completamente compresa dalla scienza. Nella seconda parte, i temi trattati nella prima parte verranno riconsiderati alla luce della questione di che cos'è la causazione mentale, ossia del rapporto mente - corpo (cervello) e il problema della loro interazione, e di quali sono gli ostacoli alla realizzazione di un programma di naturalizzazione della mente: il carattere qualitativo e soggettivo degli stati mentali, l'esistenza dei contenuti mentali e dell'intenzionalità, cioè del fatto che gli stati mentali vertano su cose ed eventi del mondo.

## **Programma**

- Il rapporto mente-corpo: sono gli stati mentali causalmente efficaci?
- Il carattere qualitativo del mentale: che cos'è per uno stato mentale l'apparire al suo soggetto come dotato di certe qualità soggettive?
- Il problema del contenuto mentale. L'importanza del contenuto per l'individuazione di uno stato mentale; irriducibilità o meno della proprietà di avere un contenuto per uno stato mentale.
- La questione della 'naturalizzazione dell'intenzionalità': il vertere di uno stato mentale su un certo oggetto è una proprietà che appartiene all'ordine naturale del mondo?

## **Bibliografia**

Testo di riferimento:

Di Francesco, M., *Introduzione alla filosofia della mente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1996.

Testi di consultazione:

M. Salucci, *Mente/Corpo*, La Nuova Italia, Firenze 1997.

R. Lanfredini, *Intenzionalità*, La Nuova Italia, Firenze 1998.

## **Esame**

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta su un tema trattato nel corso.



# 01DAY    FILOSOFIA E SCIENZA DEL NOVECENTO

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Franca D'AGOSTINI</b>

---

## **Presentazione del corso**

Obiettivo del corso è fornire un'immagine chiara e sintetica della situazione della filosofia nel secolo appena trascorso, utilizzando il filo conduttore dei rapporti tra filosofia e scienza. In particolare, sono distinte tre linee orientative nello sviluppo del pensiero del Novecento: a) una filosofia scientifica, ossia rigorosa e orientata al dialogo con la scienza; b) una filosofia che si presenta come alternativa alla scienza e che ritiene di essere in grado di criticare la razionalità scientifica; c) una scienza tendente a ereditare le domande fondamentali della filosofia (ad esempio quali la sociologia, la biologia o la psicoanalisi, che tendono a presentarsi come equivalente moderno di quel che era la filosofia nell'Ottocento).

Il corso intende fornire, di ciascuna delle tre impostazioni, alcuni esempi particolarmente indicativi per comprendere i problemi, le condizioni e le opportunità dei rapporti attuali tra filosofia e scienza.

## **Programma**

- Due filosofi-scienziati: Freud e Frege (premessa: la filosofia e le scienze del pensiero nei primi anni del Novecento)
- Neopositivismo e filosofia analitica (premessa: l'uso della logica formale in filosofia negli anni trenta-cinquanta)
- Esistenzialismo ed ermeneutica (premessa: la filosofia e il problema dell'essere).

## **Bibliografia**

Testo d'esame:

F. D'Agostini, *Breve storia della filosofia nel Novecento. L'anomalia paradigmatica*, Einaudi, Torino 1999, capp.: 2, 3, 7, 8, 9, 11

Un testo a scelta tra i seguenti:

G. Frege, "Il pensiero", in *Ricerche logiche*, Guerini, Milano;

S. Freud, un breve testo a scelta da concordare;

R. Carnap, *Introduzione a La costruzione scientifica del mondo*, Utet, Torino;

R. Carnap, "Oltrepassamento della metafisica", in A. Pasquinelli, *Il neoempirismo*, Utet, Torino;

K. Mulligan, "Metaphysique et ontologie", in P. Engel, *Précis de philosophie analytique*, P. U. F.

M. Heidegger, *Introduzione a Essere e tempo*, Longanesi, Milano.

## **Esame**

Si prevedono esercitazioni orali di commento ai testi e di analisi dei problemi.

Per sostenere l'esame, il candidato dovrà aver partecipato alle esercitazioni scritte e orali svolte durante il corso. L'esame finale prevede una prova orale articolata in due parti: nella prima il candidato dovrà dimostrare la conoscenza dei testi previsti; nella seconda dovrà illustrare documentatamente e criticamente le ragioni di ciascuna delle tre impostazioni studiate (questa seconda parte della prova può essere sostituita con una relazione scritta).

# 01CCA INTRODUZIONE AL PENSIERO CONTEMPORANEO

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Marilena ANDRONICO</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di presentare, ad un livello elementare, concetti, metodi, ed esempi della ricerca filosofica classica e attuale, in vari campi (metafisica, epistemologia,, filosofia della mente, filosofia morale, filosofia del linguaggio, filosofia politica). Sarà sottolineata la struttura argomentativa del discorso filosofico, cioè si cercherà di mettere in evidenza in che modo e con quali argomenti sono sostenute le diverse tesi filosofiche di volta in volta esaminate.

## **Programma**

Che cos'è la filosofia? Alcune concezioni della filosofia in: Aristotele, Stoicismo, Locke, Cartesio, Hegel, Wittgenstein; la distinzione tra filosofia analitica e filosofia continentale.

La conoscenza del mondo esterno e il punto di vista scettico

La conoscenza scientifica (concezione ingenua della scienza - induzione - falsificazionismo)

Verità: definizioni di verità e criteri di verità; corrispondenza e coerenza, giustificazione, verificaione; realismo e antirealismo.

Linguaggio e significato (la teoria di Frege - la teoria di Kripke - le idee di Wittgenstein)

Il problema mente-corpo (dualismo - riduzionismo - funzionalismo).

L'esistenza di Dio (argomenti per l'esistenza di Dio; Dio e il male).

Libero arbitrio e determinismo.

Giusto e sbagliato in senso morale (ci sono argomenti per l'altruismo? I principi e i valori morali sono universali?).

Giustizia, uguaglianza e libertà: nozioni di filosofia politica.

## **Bibliografia**

N. Warburton, Il primo libro di filosofia, Einaudi, Torino 1999 e T. Nagel, Una brevissima introduzione alla filosofia, Il Saggiatore, Milano 1989, saranno i testi base.

Saranno inoltre usati parti di R. Popkin, A. Stroll, Filosofia per tutti, Il saggiatore, Milano 1997; A. F. Chalmers, Che cos'è questa scienza? - La sua natura e i suoi metodi, Il mulino, Bologna 1992; A. C. Grayling, An introduction to philosophical logic, The harvest press, Sussex, 1982.

## **Esame**

L'esame prevederà la presentazione di una relazione scritta su un testo filosofico concordato col docente, e un compito scritto finale.



Periodo: 1  
Crediti: 5  
Precedenze obbligatorie:  
Docente: Chiara OTTAVIANO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso mira a fornire strumenti di conoscenza utili per orientarsi all'interno della società contemporanea, oggi in profonda trasformazione anche rispetto alle innovazioni in corso nei modi e sistemi di comunicazioni. Non si tratta però solo di capire cosa ha implicato in tempi recenti la cosiddetta rivoluzione digitale, ma di comprendere come, sin dalle sue origini, i modi di produzione delle società industriali siano stati profondamente condizionati dai modi di comunicazione e trasmissione delle informazioni. Il corso avrà pertanto carattere interdisciplinare con punti di vista sociologici, economici, storici, culturali. Un'attenzione particolare sarà dedicata alle professioni e alle istituzioni coinvolte, nell'industria e nel mercato, ma anche al ruolo degli utenti finali, i consumatori, che possono o meno adottare le opportunità tecnologiche offerte. L'analisi di alcuni casi relativi all'introduzione di ormai "vecchi" mezzi di comunicazione sarà di ausilio per un approccio critico alla lettura di alcune ipotesi, oggi diffuse, intorno agli effetti e alle conseguenze delle cosiddette nuove tecnologie della comunicazione.

La stessa definizione di comunicazione di massa, coniata negli anni trenta, appare oggi non del tutto adeguata, giacché non comprende le innovazioni, tecniche e sociali, introdotte dalla telematica e dai mezzi che consentono interattività (in particolare Internet).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste esercitazioni, con specifica attività di ricerca degli studenti, volte ad una riflessione originale e documentata su Internet.

### **Programma**

La cosiddetta "società dell'informazione": definizioni e quadro teorico  
Le tesi di J. Beniger sulla "rivoluzione del controllo", in riferimento all'origine della società dell'informazione.

Cenni sulla storia e l'evoluzione dei mezzi e dei modi di comunicazione  
Il tema della negoziazione sociale a proposito dell'introduzione di vecchie e nuove tecnologie della comunicazione: analisi di casi.

### **Bibliografia**

- C.Ottaviano, Mezzi per comunicare. Storia, società e affari dal telegrafo al modem, Torino, Paravia, 1997  
J. Meyrowitz, Oltre il senso del luogo. L'impatto dei media elettronici nel comportamento sociale, Bologna, Baskerville 1993

Nel corso delle lezioni saranno forniti materiali in fotocopia e indicazioni di estratti da altri volumi la cui conoscenza è essenziale per la preparazione all'esame (ca. 250pp), nonché un elenco dei saggi entro il quale il candidato sceglierà un secondo volume da presentare all'esame.

## **Esame**

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale.



## **01CJR** SOCILOGIA DELLE COMUNICAZIONI DI MASSA B

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Chiara OTTAVIANO

### **Presentazione del corso**

Il corso è da intendersi come un approfondimento del modulo I.

Al centro dell'attenzione saranno i mezzi di comunicazione di massa, e in particolare la radio, il cinema e la televisione, "agenti di socializzazione" fra i più significativi nella società contemporanea.

L'attenzione sarà rivolta alla tradizione degli studi sociologici sul tema, ma anche agli aspetti relativi al carattere industriale e agli apparti del broadcasting, alle professioni coinvolte, agli aspetti legislativi.

Specifiche esercitazioni saranno dedicate all'analisi del linguaggio audiovisivo con esempi tratti da fonti d'archivio come i cinegiornali, e da fonti coeve, come i telegiornali.

### **Prerequisiti**

Aver superato l'esame del Modulo di Sociologia delle comunicazioni di massa A

### **Programma**

La comunicazione di massa: definizioni e quadro teorico

Cinema e televisione: la riflessione del pensiero sociologico, tesi a confronto.

Il cinema e la televisione: industria, apparati e legislazione nel caso italiano

Il linguaggio audiovisivo: esercizi con il televisore

Sono previste esercitazioni, con specifica attività di ricerca degli studenti, volte ad una riflessione originale e documentata su Internet.

### **Bibliografia**

C.Ottaviano, Mezzi per comunicare. Storia, società e affari dal telegrafo al modem, Torino, Paravia, 1997

J. Meyrowitz, Oltre il senso del luogo. L'impatto dei media elettronici nel comportamento sociale, Bologna, Baskerville 1993

Nel corso delle lezioni saranno forniti materiali in fotocopia e indicazioni di estratti da altri volumi la cui conoscenza è essenziale per la preparazione all'esame (ca. 250pp), nonché un elenco dei saggi entro il quale il candidato sceglierà un secondo volume da presentare all'esame.

### **Esame**

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale.

# 01DAS STORIA CONTEMPORANEA A

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Gian Carlo JOCTEAU

---

## **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli studenti alcune categorie interpretative generali ed elementi di inquadramento cronologico intorno alle principali trasformazioni economiche, sociali e politiche avvenute dalla seconda metà del Settecento ai giorni nostri.

## **Programma**

- La storia contemporanea e le sue periodizzazioni.
- Lo sviluppo economico moderno.
- Il progresso tecnico.
- La rivoluzione industriale inglese e le vie di trasmissione dell'industrializzazione.
- Le vie nazionali all'industrializzazione.
- La crisi delle società di ancien régime.
- L'andamento demografico.
- Classi, ceti e gruppi sociali.
- Lo stato moderno.
- Gli stati liberali.
- Democrazia, socialismo e totalitarismo.
- Gli equilibri geopolitici ed i loro mutamenti.

## **Bibliografia**

- P. Macry, La società contemporanea. Un'introduzione storica, Il Mulino, Bologna, 1995
- S. Pollard, La conquista pacifica. L'industrializzazione in Europa dal 1760 al 1970, Il Mulino, Bologna, 1989.

## **Esame**

La valutazione finale si baserà su una relazione scritta e su una prova orale.



# 01DAT STORIA CONTEMPORANEA B

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Gian Carlo JOCTEAU

---

## Presentazione del corso

Il corso intende fornire agli studenti alcune categorie interpretative generali ed elementi di inquadramento cronologico intorno alle principali trasformazioni economiche, sociali e politiche avvenute dalla seconda metà del Settecento ai giorni nostri.

## Programma

Approfondimenti del Modulo A; in particolare su:  
Nazione e nazionalismo  
Persistenza ai mutamenti nell'Europa fra Otto e Novecento  
Lo sviluppo economico italiano

## Bibliografia

- F. Tuccari, La nazione, Laterza, Bari, 2000
- C. Geertz, Mondo globale, mondi locali, Il Mulino, Bologna, 1999
- A.J.Mayer, Il potere dell'ancien régime fino alla prima guerra mondiale, Roma-Bari, Laterza, 1982
- I.Cafagna, Dualismo e sviluppo nella storia d'Italia, Marsilio, Venezia, 1989
- G.Tomolo, Storia economica dell'Italia liberale, 1850-1918. Il Mulino, Bologna, 1988.

## Esame

La valutazione finale si baserà su una relazione scritta e su una prova orale.

# **01DAX    STORIA DELL'INNOVAZIONE (L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA PRIMA E DOPO LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE)**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Luisa DOLZA

---

## ***Presentazione del corso***

Il corso intende fornire agli studenti una riflessione sul concetto di innovazione tecnologica in una prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse metodologiche e dal significato storico, economico e sociale della parola stessa: innovazione. Le valenze economiche e morali, i segni e i metodi di riconoscimento dell'innovazione si sono modificati nel corso dei secoli. Dal mondo antico al Rinascimento l'innovazione non è solo cambiamento, e sul significato di "nuovo" e "utile" si soffermano tecnologi, scienziati, studiosi e politici anche prima della rivoluzione industriale. Da questo momento chiave per la storia della tecnica e dell'innovazione, cambierà l'ampiezza e l'importanza del dibattito, ma i temi rimarranno pressoché invariati. Il corso, articolato su alcuni momenti fondamentali o altamente significativi per l'innovazione tecnologica, prende in esame in parallelo i momenti della storia dell'economia e del pensiero scientifico che hanno modificato o arricchito il significato di innovazione.

## ***Programma***

La storia dell'innovazione tecnologica nel mondo moderno e contemporaneo:

- Presentazione del corso: introduzione metodologica e presentazione dei testi di riferimento.
- Il concetto di innovazione: lessico, storia ed economia.
- L'innovazione del Rinascimento: da Leonardo da Vinci agli ingegneri del Cinquecento.
- Il Seicento e l'innovazione: l'importanza dei gesuiti e le grandi opere idrauliche.
- I bisogni delle corti e l'innovazione nelle prime accademie tecnico-scientifiche: gli accademici meccanici e i privilegi reali.
- Lettura e commento di qualche testo particolarmente significativo ed emblematico. Cfr. Alcuni manoscritti di Leonardo, la prefazione del Teatro degli strumenti meccanici e matematici di Jacques Besson, alcuni passi del Trattato dell'ingegno di Tesio, le voci in-genio-engine-innovazione nei più importanti dizionari del Cinquecento e Seicento europeo.
- Il ruolo dell'innovazione nella rivoluzione industriale inglese: la relazione scienza-tecnica.
- Politica e proto-industria nel Piemonte preunitario: i privilegi reali, l'Accademia delle Scienze di Torino, Camillo Cavour e Carlo Ignazio Giulio.
- L'innovazione messa in mostra: le grandi esposizioni dell'Ottocento.
- I grandi innovatori dell'Ottocento e del Novecento e i brevetti: il caso americano.
- L'innovazione e la guerra: le fabbriche, le donne e la ricerca tecnologica nelle due guerre mondiali.



- L'innovazione e la religione: il rapporto con le religioni monoteiste dal rinascimento ad oggi.
- Le innovazioni fallite: alcuni casi di innovazioni mancate.
- Innovazione ed industria nel dopoguerra italiano.
- Lettura e commento di testi emblematici per le tematiche affrontate nella seconda parte del corso come, a titolo di esempio, alcuni passi delle opere di Schumpeter, qualche pratica di privilegio dell'ottocento e il Capitale di Marx.

## **Bibliografia**

I testi di base:

C.M. Cipolla, Uomini, tecniche, economie, (Feltrinelli), Milano 1998.

V. Marchis, Storia delle macchine, (ed. Laterza), Roma-Bari 1994.

V. Marchis (a cura di), Storia delle scienze. Vol.v (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico), (Einaudi), Torino 1995.

N. Rosenberg, Dentro la scatola nera, (Il mulino), Bologna 1991.

Per ogni singola tematica saranno indicati, all'inizio del corso, una serie di riferimenti bibliografici specifici.

## **Esame**

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Alberta REBAGLIA</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende offrire un panorama quanto più possibile articolato del susseguirsi delle idee che -come presupposti o come conseguenze dirette- risultano essere alla base dello sviluppo tecnologico e scientifico, che ha fortemente improntato il Novecento. I caratteri dell'impresa scientifica contemporanea, tanto nei suoi aspetti 'teorici' (di elaborazione di ipotesi fisiche e di modelli matematici) quanto in quelli 'pratici' (di sperimentazione e di ricerca di laboratorio), sono strettamente connessi ai destini dell'industrializzazione e in generale delle applicazioni di tipo tecnologico. Nel corso verrà posto in evidenza come sia i processi di fabbricazione manifatturiera sia gli attuali sistemi di produzione integrati e globali non sono l'esito di un semplice accumularsi di saperi tecnici. Verrà sottolineato come queste stesse conoscenze di base sono il risultato dell'intrecciarsi e dello stratificarsi di sollecitazioni provenienti da un più vasto ambito di suggestioni e di influenze complessivamente culturali. Colui che svolge un'attività scientifica o tecnologica deve infatti essere pienamente consapevole di operare all'interno di tale sistema dinamico, in un orizzonte collettivo in cui strategie e finalizzazioni dei programmi di ricerca e dei piani di innovazione sono significativamente correlati, e danno luogo a sviluppi coordinati e congruenti, proprio (e soprattutto) in quanto sono collocati all'interno di un tessuto organico di idee, concetti, ragioni che nel loro insieme rappresentano il "clima" culturale di ogni specifica epoca storica.

### **Programma**

Nel corso verranno trattati i seguenti argomenti:

- L'idea di ragione e la nascita della scienza moderna
- L'idea di progresso e il passaggio dall'ambito della tecnica a quello della tecnologia
- L'osservazione empirica nell'epoca dei laboratori scientifici e della ricerca industriale
- Possibilità e limiti della tecnoscienza come impresa collettiva.

Sono previsti alcuni seminari di approfondimento.

### **Bibliografia**

G. Vattimo, *Tecnica ed esistenza. Una mappa filosofica del Novecento*, Paravia Scriptorium, Torino 1997

A. Rebaglia, *Scienza e verità. Introduzione all'epistemologia del Novecento*, Paravia Scriptorium, Torino 1997

Ulteriore materiale didattico verrà fornito in occasione dei seminari.

### **Esame**

È richiesta una relazione scritta su uno a scelta fra gli autori trattati nei seminari. L'esame orale verterà sulla discussione della relazione, inserita nel contesto del programma svolto.



Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Alberta REBAGLIA</b>

---

### **Presentazione del corso**

Nel corso verranno analizzate le tematiche che si sono sviluppate intorno all'idea centrale di artefatto, avendo quale obiettivo il chiarimento delle profonde trasformazioni subite nell'ambito del pensiero del Novecento da tale concetto, e da quelli a esso correlati di agire, intervenire, inventare. Il rapporto tra 'prodotto artificiale' e 'fatto naturale' ha subito cambiamenti rilevanti; e altrettanto radicalmente modificato risulta essere il nesso tra artefice e oggetto del suo lavoro. Questi mutamenti saranno seguiti a partire da quanto esposto nel modulo A circa l'impostazione concettuale che è alla base della pratica artigianale e dello svolgersi dell'indagine scientifica (entrambe premesse indispensabili all'evoluzione tecnologica e industriale). Si esamineranno, quindi, le molte e significative implicazioni derivanti dai processi di produzione di serie, caratteristici della fase di industrializzazione che ha segnato l'inizio del secolo, e dal successivo sviluppo dell'automazione e degli odierni sistemi di produzione integrati, nei quali l'informatizzazione assume un ruolo sempre più pervasivo che conduce all'affermarsi delle discipline "meccatroniche".

In quest'ultimo contesto -dove si assiste a una crescente "virtualizzazione" dei processi di apprendimento, di progettazione, di produzione, con una conseguente "smaterializzazione" dei beni e dei servizi- l'imporsi dell'inedita categoria del virtuale sarà valutata con attenzione particolare, poiché essa eredita l'idea tradizionale di "artificiale" e la trasforma profondamente, ampliandone i confini all'ambito di una nuova concezione della "realtà": non più sostanziale, ma ricca di una concretezza nuova, dinamica, flessibile.

### **Programma**

Nel corso verranno trattati i seguenti argomenti:

- Il concetto di artificiale nella civiltà industriale novecentesca
- La rivoluzione cibernetica e il suo impatto culturale
- Il concetto di virtuale nella odierna civiltà dell'informazione.

Sono previsti alcuni seminari di approfondimento.

### **Bibliografia**

A. Rebaglia, *Artificiale e virtuale. Tematiche di filosofia della tecnologia*, Paravia Scriptorium, Torino, in preparazione.

Ulteriore materiale didattico verrà fornito in occasione dei seminari.

### **Esame**

È richiesta una relazione scritta su uno a scelta fra gli autori trattati nei seminari. L'esame orale verterà sulla discussione della relazione, inserita nel contesto del programma svolto.

# 01CLW STORIA DELLA TECNICA A (SOCIETÀ, ECONOMIA, SCIENZA)

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Vittorio MARCHISI

---

## Presentazione del corso

Il corso vuole fornire agli studenti la capacità di inquadrare gli oggetti e i sistemi tecnici nella loro prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse sul concetto di storia, sul ruolo e sulle finalità della ricerca storica, e specificamente sul significato della storia della tecnologia. In parallelo sono presi in esame i momenti salienti della storia dell'economia e del pensiero scientifico.

Il corso è armonizzato con quello di Storia della tecnica B (UM028) che può essere considerato, ancorché non esclusivamente, come il suo seguito. Non è richiesto alcun corso propedeutico.

## Programma

La storia della tecnica nel mondo moderno e contemporaneo:

- La storia come scienza. Le scritture come fondamento della storia: il documento. La ricerca storica. I temi e le idee della storia. Cronologia e storia. La storia e "le storie". La rivoluzione agricola e la rivoluzione industriale.
- La "scienza nuova" e il passaggio "dal mondo del pressappoco all'universo della precisione" (A.Koyré). La nascita della metallurgia nel '500; la "meccanica" da Guidobaldo del Monte a Galilei a Newton; la nascita delle Accademie e delle istituzioni scientifiche. Il macchinismo e il mito del progresso. Il Settecento e la coscienza della tecnologia. L'Illuminismo e le Enciclopedie.
- La Rivoluzione industriale. L'industria dei metalli e gli arsenali. Il vapore. L'istruzione tecnica. L'Ottocento e il trionfo delle macchine.
- La grande industria: Il macchinismo e la diffusione del sistema di fabbrica: Inghilterra, Francia, Germania, Italia. La nascita dell'elettricità. I sistemi tecnici: il telegrafo; le ferrovie; l'industria chimica. I politecnici e le scuole di ingegneria. La diffusione del sapere tecnico: le Esposizioni industriali; i brevetti. L'ottimismo "fin-de-siècle". Le crisi e le speranze del XX secolo. Le costruzioni in ferro e in cemento armato.
- I contesti economici nella società industriale. Le interpretazioni dei fenomeni economici. (A.Smith, D.Ricardo, K.Marx, J.Schumpeter, J.M.Keynes, G.Friedman, N.Rosenberg).
- La macchina tra utopie e realtà. Le utopie tecnologiche, l'idea di progresso e lo sviluppo della società industriale.

Modalità di svolgimento delle lezioni:

Il corso è svolto durante il primo semestre e prevede una frequenza settimanale di sei ore di lezione. A fianco delle lezioni istituzionali sono previsti seminari di approfondimento e conferenze tenute da esperti.



## Laboratori e/o esercitazioni

Durante il corso, gli studenti affronteranno la lettura critica di un saggio scelto da un elenco di titoli proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verterà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

## Bibliografia

G. Anders, L'uomo è antiquato. La terza rivoluzione industriale, (Bollati Boringhieri), Torino 1992.

C.M. Cipolla, Uomini, tecniche, economie, (Feltrinelli), Milano 1998.

V. Marchis, Storia delle macchine, (Ed. Laterza), Roma-Bari 1994.

V. Marchis (a cura di), Storia delle scienze. vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimenti tecnologico), (Einaudi), Torino 1995.

M. Nacci, La crisi del progresso. Saggio di storia delle idee 1895-1935, (Guerini e Associati), Milano 1994.

## Esame

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

# 01CLX STORIA DELLA TECNICA B (L'ETÀ DELLA TECNICA: IL XX SECOLO E LO SPAZIO)

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Vittorio MARCHISI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso vuole fornire agli studenti gli strumenti dell'indagine storica per inquadrare gli sviluppi della tecnologia e dell'industria nel XX secolo, in relazione ai contesti socio-culturali in cui hanno subito la loro evoluzione.

Il corso, è composto da una prima serie di lezioni sui criteri interpretativi e valutativi dei fenomeni specifici dello sviluppo tecnologico e industriale del XX secolo a cui segue un approfondimento monografico su un particolare settore. Per l'anno accademico in corso viene presa in esame la scienza e l'industria aerospaziale dal 1930 sino al 1970.

Il corso è armonizzato con quello di Storia della tecnica A (UM027) che può essere considerato, ancorché non esclusivamente, la sua premessa generale. Non è richiesto alcun corso propedeutico.

## **Programma**

- Gli scenari del XX secolo: La nascita dell'aeronautica. Il sistema industriale e il modello tayloristico. I grandi sistemi tecnici: elettricità, telecomunicazioni, trasporti. I limiti dello sviluppo. Le rivoluzioni informatiche. La Big Science e i Large Systems.
- La storia della tecnica. Una storia di contesti socioeconomici.
- La storia della scienza e la storia del pensiero scientifico. I grandi temi del pensiero scientifico moderno in relazione alla società industriale contemporanea. La società dell'informazione.
- Le origini dell'industria missilistica.
- L'industria bellica e l'armamento missilistico nel secondo conflitto mondiale.
- La corsa USA-URSS allo spazio.
- La conquista della Luna.
- I nuovi contesti aerospaziali europei.

Modalità di svolgimento delle lezioni:

Il corso è svolto durante il secondo semestre e prevede una frequenza settimanale di sei ore di lezione. A fianco delle lezioni istituzionali sono previsti seminari di approfondimento e conferenze tenute da esperti.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso, gli studenti affronteranno la lettura critica di un saggio scelto da un elenco di titoli proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verterà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

## **Bibliografia**

J. R. Beniger, *Le origini della società dell'informazione. La rivoluzione del controllo.*, (Utet Libreria), Torino 1995



- A.D. Chandler jr., Dimensione e diversificazione. Le dinamiche del capitalismo industriale, (Il Mulino), Bologna 1994.
- D. Harvey, La crisi della modernità, (Il Saggiatore), Milano 1993.
- V. Marchis, Wernher von Braun, (Le Scienze), Milano 2000.
- V. Marchis (a cura di), Storia delle scienze. vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico), (Einaudi), Torino 1995.
- M. McLuhan, Gli strumenti del comunicare, (Il Saggiatore), Milano 1997.
- M. Nacci, La crisi del progresso. Saggio di storia delle idee 1895-1935, (Guerini e Associati), Milano 1994.
- D. Noble, La questione tecnologica, (Bollati Boringhieri), Torino 1993.
- N. Rosenberg, Dentro la scatola nera, (Il Mulino), Bologna 1991.

## Esame

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

Programma

Gli secoli del XX secolo. La nascita dell'atomismo. Il sistema industriale e il modello Taylor. I grandi sistemi tecnici: elettrico, telecomunicazioni, trasporti. I limiti dello sviluppo. Le rivoluzioni interdisciplinari. La Life Science e il Large System. La storia della tecnica. Una storia di contesti socio-economici. La storia della scienza e la storia del pensiero scientifico. I grandi temi del pensiero scientifico moderno in relazione alla società industriale contemporanea. La società dell'informazione.

- Le origini dell'industria missilistica.

- L'industria bellica e l'armamento missilistico nel secondo conflitto mondiale.

- La corsa USA-URSS allo spazio.

- La conquista della Luna.

- I nuovi contesti europei e asiatici.

Metodi di svolgimento delle lezioni.

Il corso è svolto durante il secondo semestre e prevede una frequenza settimanale di sei ore di lezione. A fianco delle lezioni teoricamente sono previsti seminari di approfondimento e conferenze tenute da esperti.

Lezioni ed esercitazioni

Durante il corso gli studenti affrontano in lettura critica di un saggio scelto da un elenco di testi proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verrà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

Bibliografia

J. R. Beniger, Le origini della società dell'informazione. La rivoluzione del controllo. (Utet Librai), Torino 1995.

# 01DAZ    TECNICHE DI SCRITTURA

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Marina BELTRAMO</b>

---

## **Presentazione del corso**

Negli ultimi anni la scrittura ha assunto una nuova centralità nell'ambito della comunicazione sia personale sia professionale. La quantità di testi scritti che ognuno di noi deve leggere e produrre è notevolmente aumentata (si pensi ad esempio alla diffusione della posta elettronica), e sono aumentate le aspettative circa la qualità del prodotto scritto. Lo scrivere bene non è più prerogativa esclusiva di quei letterati che sanno maneggiare una lingua alta impiegando sottili artifici retorici: con l'espressione scrivere bene oggi si intende piuttosto l'abilità di comunicare i concetti in modo efficace, chiaro e accurato, producendo il tipo di testo che meglio si adatta alla situazione comunicativa. Scrivere, e scrivere bene, è un'abilità richiesta pressoché a tutti: ci si aspetta la produzione di buoni documenti scritti da chiunque svolga una professione all'interno di una struttura organizzativa anche molto semplice, o sia impegnato in compiti che implicano attività di progetto, comunicazione di dati, notizie, risultati.

Questo corso si propone di avvicinare gli studenti alla scrittura, in particolare a quella tecnico-scientifica, offrendo loro gli strumenti teorici e pratici per familiarizzare con un mezzo di comunicazione spesso sottovalutato e spesso origine di dubbi e difficoltà. Saranno presentati principi, tecniche, procedure e strumenti per ottenere un buon testo scritto che esibisca quegli aspetti di organizzazione concettuale e di accuratezza formale per i quali si possa parlare di prodotto professionale.

## **Programma**

La comunicazione

- Modelli
- Applicazioni
- La comunicazione orale e la comunicazione scritta

I testi

- Che cosa fa di un insieme di parole un testo?
- Tipi e generi testuali
- Testi con vincoli

Il testo come processo

- Pianificazione
- Stesura
- Revisione

I testi tecnico-scientifici: principi di technical writing

- Aspetti di pianificazione
  - La situazione comunicativa
  - Scalette standard
- Aspetti linguistici
  - I linguaggi settoriali
  - Strutture sintattiche
  - Elementi di coesione



- Convenzioni
- Usò delle risorse tipografiche
- Simboli
- Illustrazioni.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Il corso prevede esercitazioni con l'impiego di strumenti informatici.

### **Bibliografia**

A inizio corso saranno disponibili delle dispense che costituiranno il testo di riferimento principale. Eventuali integrazioni saranno indicate durante il corso e rese disponibili in forma di fotocopia.

### **Esame**

L'esame è costituito da un test sui contenuti affrontati durante il corso e da una relazione scritta.

Durante il corso, gli studenti possono sostenere alcune prove brevi, nelle quali sono chiamati ad applicare quanto discusso a lezione. Il superamento di queste sostituisce la relazione scritta conclusiva.