

# Ing. Elettrica

**Disciplina:** N240INE    **AFFIDABILITA' E CONTROLLO DI QUALITA'**    ING-INF/07

**Corso di Studio:** INE    0060779    **Crediti:** 6    **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da C.I. ELE v.o.

**Docente:** CATELANI MARCANTONIO    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N445INE ANALISI MATEMATICA I - II MAT/05

**Corso di Studio:** INE IGE **Crediti:** 9 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PERA MARIA PATRIZIA P2 MAT/05 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

Il programma del corso e il registro dettagliato delle lezioni sono consultabili all'indirizzo:  
<<http://www.dma.unifi.it/~pera/>>

#### 1. INTRODUZIONE

Definizione di azionamento, classificazione generale, l'azionamento come sistema. Il sistema convertitore motore. Componenti fondamentali degli azionamenti elettrici per l'automazione. Servomotori e attuatori elettromagnetici, elettrostatici e piezoelettrici.

#### 2. AZIONAMENTI DI MOTORI IN CORRENTE ALTERNATA

Richiami sui motori asincroni e sincroni trifasi. Convertitori a controllo di fase monofasi e trifasi.

Richiami ad inverter monofasi e trifasi. Controllo della tensione e della frequenza di uscita di un inverter. Inverter a tecnica PWM: PWM sinusoidale, PWM a cancellazione di armoniche, PWM a ripple minimo, PWM di tipo adattivo, PWM a slittamento di fase. Avviamento di un motore sincrono con inverter. Modello dell'insieme inverter-motore.

#### 3. AZIONAMENTI IN CORRENTE CONTINUA

Richiami allo stato dell'arte negli azionamenti in corrente continua e modello di un motore in corrente continua.

Funzione di trasferimento del motore. Azionamenti con convertitori continua continua (chopper). Topologie fondamentali dei chopper. Azionamento con chopper di un motore in corrente continua. Frenatura dinamica di un motore in corrente continua. Frenatura a recupero di un motore in corrente continua. Controllo della velocità. Criteri di progetto di un controllo

#### 4. AZIONAMENTI BRUSHLESS

Servomotori brushless: forme e particolarità costruttive. Modello matematico. Magneti permanenti di eccitazione tradizionali (ferrite) e ad alta energia (samario-cobalto, neodimio-ferro-boro); criteri di dimensionamento dei magneti. Controllo con tecnica trapezoidale; risoluzione del sensore di posizione; commutazione; ripple di coppia; modulazione unipolare e bipolare dell'inverter; campi di funzionamento; ricostruzione della corrente di coppia. Caratteristica meccanica dell'azionamento. Controllo con tecnica sinusoidale; modulazione del convertitore; anelli di corrente; risoluzione del sensore di posizione e ripple di coppia. Controllo dell'angolo di coppia e orientamento di campo. Controllori sensorless.

**Disciplina:** N261INE **CALCOLO DELLE PROBABILITA' E STATISTICA** MAT/06

**Corso di Studio:** INE IME IGE **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ANICHINI GIUSEPPE P1 MAT/05 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

Presentazione, eventi, algebra degli eventi, assiomi della probabilità, probabilità condizionata, teorema di Bayes, indipendenza stocastica.(0,5 CR)

Variabili aleatorie discrete e continue, distribuzioni, funzioni di ripartizione, valore atteso, varianza, covarianza.(0,5 CR)

Campionamento casuale semplice da popolazioni finite e infinite, media e varianza campionaria.(0,5 CR)

Modello classico di regressione semplice (0,5 CR)

Principi fondamentali di inferenza per popolazione infinita: campionamento casuale, stima puntuale, proprietà degli stimatori, metodi di stima, stima per intervalli.(1 CR)

**Disciplina:** N019INE **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

**Corso di Studio:** INE IGE,IME

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MORANDI ROSSANA

P1 MAT/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

#### {1} CONCETTI GENERALI

- Condizionamento
- Stabilità
- Algoritmi

#### {2} ANALISI DELL'ERRORE

- Rappresentazione in base di numeri interi e reali
- Algoritmi di conversione
- Numeri di macchina
- Operazioni di macchina

#### {3} EQUAZIONI NON LINEARI

- Bisezione, Corde, Regula Falsi, Secanti e Tangenti:  
descrizione ed analisi dei metodi.
- Criteri di arresto
- Ordine di convergenza

#### {4} SISTEMI LINEARI

- Condizionamento
- Metodi diretti per la soluzione di sistemi lineari:  
descrizione ed analisi della fattorizzazione
- Metodo di Gauss; stabilità e strategie di pivot

#### {5} INTERPOLAZIONE ED APPROSSIMAZIONE

- Il problema dell'interpolazione polinomiale
- Interpolazione di Lagrange: forma di  
Lagrange e di Newton del polinomio interpolante
- Espressione dell'errore
- Funzioni splines
- Il problema della migliore approssimazione polinomiale ai minimi quadrati nel  
discreto

**Disciplina:** N003INE **CHIMICA**

CHIM/07

**Corso di Studio:** INE IGE

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANI FABRIZIO

P1 CHIM/07

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. di Chimica

---

Vedi programma per Ingegneria Gestionale (IGE)

### 1. DISPOSITIVI A SEMICONDUOTTORE

Cenni sulla caratterizzazione e sui criteri di scelta di dispositivi elettronici di potenza quali: Diodi, SCR, GTO, transistori di potenza, mosfet di potenza, IGBT, MCT, Power Modules

### 2. SIMULAZIONE AL COMPUTER DEI CIRCUITI ELETTRONICI DI POTENZA

Procedimento di simulazione: simulazione a larghi segnali, simulazione a piccoli segnali, comportamento del sistema ad anello aperto, studio dei particolari delle commutazioni. Simulatori orientati all'analisi circuitale (PSPICE). Simulatori orientati alla risoluzione delle equazioni di funzionamento (MATLAB). Tecniche di risoluzione nel dominio del tempo.

### 3. RADDRIZZATORI

Raddrizzatori monofasi e semplice e doppia semionda, di tipo non controllato, semicontrollato, e controllato. Cenni su Raddrizzatori trifasi e semplice e doppia semionda, di tipo non controllato semicontrollato, e controllato. Fattore di potenza in circuiti non lineari, distorsione armonica totale, problemi legati alla distorsione armonica della corrente assorbita nei raddrizzatori a monofasi non controllati a filtro capacitivo.

### 4. CONVERTITORI DC-DC

Principio di funzionamento e criteri di progetto di convertitori di tipo PWM: Convertitore di tipo buck Convertitore di tipo boost. Convertitore di tipo buck-boost. Convertitore di tipo forward. Convertitore di tipo flyback. Convertitore di tipo push-pull. Convertitore di tipo a mezzo ponte. Convertitore di tipo a ponte intero. Modelli lineari di convertitori DC-DC di tipo PWM. Esempi di dimensionamento.

### 5. INVERTER

Principi di funzionamento e criteri di progetto di inverter monofase e trifase di tipo ad onda quadra con cancellazione di armoniche. Inverter di tipo risonante a commutazione zero-voltage. Inverter per impieghi con lampade di tipo fluorescente e di tipo HID. Inverter PWM con modulazione di tipo sinusoidale, ad onda quadra, ad onda triangolare. Esempi di dimensionamento.

### 6. ALIMENTATORI

Alimentatori stabilizzati. Regolatori lineari e a commutazione. Convertitori dc-dc isolati. Controllo dei convertitori dc-dc a commutazione usati come stabilizzatori. Progetto di regolatori dc-dc

### 7. CONSIDERAZIONI PROGETTUALI PRATICHE

Controllo della temperatura dei componenti di potenza. Progetto di componenti avvolti. Modellamento dei convertitori dc-dc e criteri di progetto della rete di retroazione. Esempi applicativi di progetto di convertitori dc-dc ed ac-dc con regolatori PWM completi di rete di compensazione.



**Disciplina:** N230INE **DISEGNO MECCANICO**

ING-IND/15

**Corso di Studio:** INE IGE, IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N170INE **ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE** ING-IND/35

**Corso di Studio:** INE IGE, IME **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** COLOMBO GIUSEPPE P1 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

vedi Economia e organizzazione aziendale CdL IGE (ingegneria gestionale) nuovo ordinamento

**Disciplina:** N238INE    **ELEMENTI DI RICERCA OPERATIVA**    MAT/09

**Corso di Studio:** INE    IGE IME    **Crediti:** 3    **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SCHOEN FABIO    P1    MAT/09    **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

**Disciplina:** N057INE **ELETTROTECNICA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** INE

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANETTI STEFANO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Definizioni e proprietà topologiche. Ramo, nodo, grafo, taglio anello, maglia, albero, coalbero, anelli e tagli fondamentali. Metodi di Analisi su base tagli ed anelli.

Componenti attivi. Generatori controllati. Amplificatore Operazionale. Analisi di reti resistive contenenti componenti attivi.

Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Analisi di circuiti del I° ordine con metodo semplificato.

Risposta transitoria e risposta permanente. Costante di tempo. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti e con eccitazioni sinusoidali.

Funzioni gradino unitario, impulso unitario, rampa. Proprietà di continuità delle tensioni sui condensatori e delle correnti sugli induttori. Circuiti degeneri. Analisi di circuiti degeneri.

Concetti di base sulla Trasformata di Laplace. Circuiti equivalenti nel dominio di Laplace. Antitrasformata di Laplace.

Scomposizione in fratti semplici. Funzione di rete. Risposta in frequenza, risposta in ampiezza e risposta in fase. Poli e zeri. Risposta impulsiva. Stabilità dei circuiti.

Induttori mutuamente accoppiati. Confronto con il trasformatore ideale. Circuiti magnetici.

Parametri per la rappresentazione di reti due porte. Parametri z,y,h,g, e di trasmissione.

Teorema del massimo trasferimento di potenza. Coefficiente di riflessione. Onda incidente e riflessa. Potenza disponibile. Parametri di diffusione. Parametri immagine.

Amplificatore Operazionale ideale e reale. Modelli di transistori.

**Disciplina:** N002INE **FISICA GENERALE I**

FIS/01

**Corso di Studio:** INE IGE,

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** POLI MARIO

P2 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

FISICA GENERALE I (Nuovo ordinamento)

Introduzione: metodo sperimentale, errori di misura, elementi di calcolo vettoriale.

Cinematica: relatività del moto, posizione, velocità, velocità angolare, accelerazione, esempi (moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato, moto circolare uniforme, moto armonico, moto armonico smorzato), vincoli e gradi di libertà, cinematica del corpo rigido (formula fondamentale dei moti rigidi, velocità angolare, moto traslatorio, moto rotatorio, rotolamento puro, moto rototraslatorio), cambiamento del sistema di riferimento (trasformazioni del vettore posizionale, della velocità e dell'accelerazione).

Statica: forze (misura statica delle forze, regola 1 della statica), statica del punto materiale, statica del corpo rigido (regola 2 della statica, equivalenza e riducibilità fra insiemi di forze, equazioni cardinali della statica), baricentro, vincoli e forze vincolari, esempi di vincoli ideali, attrito fra corpi solidi (radente e volvente).

Dinamica: principio d'inerzia, secondo principio della dinamica, massa e densità, quantità di moto e impulso, misura dinamica delle forze, leggi di Keplero e legge di gravitazione universale di Newton, esperimento di Cavendish e massa gravitazionale, problema fondamentale della dinamica del punto materiale con vari esempi, dinamica del punto materiale vincolato con vari esempi, sistemi di riferimento inerziali e non inerziali, forze di interazione e forze apparenti, principio di azione e reazione, principi di conservazione della quantità di moto e del momento angolare per i sistemi isolati, urti, equazioni cardinali della dinamica, centro di massa, momento angolare dei corpi rigidi, momento d'inerzia e raggio d'inerzia, dinamica dei sistemi, esempi di applicazione delle equazioni cardinali della dinamica.

Lavoro ed energia: lavoro, principio dei lavori virtuali, teorema delle forze vive, energia cinetica, equazione simbolica della statica, lavoro delle forze peso, forze posizionali e campi vettoriali, forze conservative e loro proprietà (esempi: forza costante, forza centrifuga, forze elastiche, forze e campi gravitazionali), lavoro in campi di forze non conservativi, energia potenziale ed energia meccanica, motori e potenza, statica ed energia potenziale (teorema della stazionarietà dell'energia potenziale e tipi di equilibrio, esempi di ricerca della stabilità dell'equilibrio), applicazioni del teorema della conservazione dell'energia meccanica. Pressione nei fluidi.

**Disciplina:** N016INE **FISICA GENERALE II**

FIS/01

**Corso di Studio:** INE IME, IGE

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BORCHI EMILIO

P1 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

PROGRAMMA del corso di FISICA GENERALE II per studenti di Ingegneria Elettrica  
Anno Accademico 2002 - 03

Parte prima

Termodinamica: temperatura, principio zero della termodinamica, temperatura del termometro a gas perfetto, scala di temperatura internazionale (STI), trasformazioni termodinamiche, le tradizionali leggi dei gas e l'equazione di stato dei gas perfetti, sviluppo del viriale, trasformazioni isoterme di fluidi reali, equazione di stato di Van der Waals, coefficienti termometrici. Lavoro nelle trasformazioni quasi statiche di un fluido, lavoro nelle trasformazioni adiabatiche, primo principio della termodinamica, energia interna, quantità di calore, espressione matematica del primo principio della termodinamica, capacità termiche, calori molari e calori specifici, calori latenti, calori di reazione e legge di Hess, entalpia, coefficienti calorimetrici, definizione termodinamica di gas perfetto, proprietà dei gas perfetti. Trasformazioni reversibili e irreversibili, macchine termiche, secondo principio della termodinamica, teorema di Carnot, temperatura termodinamica assoluta, rendimento di un generico ciclo di Carnot, teorema di Clausius, entropia, espressione matematica del secondo principio della termodinamica, metodo per accertare se una trasformazione è reversibile o irreversibile, legge dell'accrescimento dell'entropia, diagramma entropico, equazione dell'energia interna, equazione dell'entalpia.

Testo consigliato:

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale, Fondamenti di TERMODINAMICA, Progetto Leonardo, Soc. Ed. Esculapio, Bologna.

Parte seconda

Elettrostatica: Carica elettrica - Induzione elettrostatica; Forza di Coulomb - Energia elettrostatica di un sistema di cariche - Il campo elettrico - Lavoro del campo elettrico - Potenziale elettrico - Teorema di Gauss; Campo elettrico prodotto da semplici distribuzioni di cariche - Elettrostatica dei conduttori; Energia di un sistema di conduttori - Dipolo elettrico - Proprietà dei dielettrici - Polarizzazione (corno) - Costante dielettrica - Capacità dei conduttori - Condensatore ad armature piane e parallele e cilindrico - Condensatori in serie ed in parallelo - Energia immagazzinata in un condensatore - Condensatori riempiti con dielettrici; Vettore spostamento elettrico  $D$ ; Condizioni al contorno per  $E$  e  $D$ .

Correnti elettriche in regime stazionario: Cenni sulla struttura atomica della materia - Materiali conduttori, semiconduttori ed isolanti - Definizione di intensità di corrente elettrica - Densità di corrente - Conducibilità elettrica nei metalli - Legge di Ohm - Resistenza elettrica - Variazione della resistività elettrica con la temperatura - Forza elettromotrice - Generatori ideali e reali; Legge di Ohm generalizzata - Potenza dissipata da un resistore - Trasferimento di energia da un generatore reale; Resistenze in serie ed in parallelo - Un cenno sul diodo a semiconduttore - Principi di Kirchhoff - Il partitore di tensione - Principio di sovrapposizione degli effetti; Transitori: Circuito RC - Costante di tempo.

Campo magnetico nel vuoto: Campo magnetico  $B$  - Particelle cariche in campi magnetici - Forza di Lorentz - Teorema di Ampère - Azioni meccaniche tra conduttori percorsi da correnti - Legge di Biot-Savart - Calcolo dell'induzione magnetica prodotta da un solenoide; Momento di una spira percorsa da corrente; Momento di dipolo magnetico; Legge di Gauss per il magnetismo; Energia magnetica; Condizioni al contorno.

Induzione elettromagnetica: Esperienze di induzione magnetica - Legge di Faraday-Lenz - Autoinduzione - Mutua induzione; Forza elettromotrice di movimento; Moto di una sbarretta conduttrice immersa in un campo magnetico e applicazioni - L'induttore e la sua relazione costitutiva - Circuito RL; Calcolo del coefficiente di autoinduzione e di mutua induzione in casi semplici.

Equazioni di Maxwell ed onde elettromagnetiche: Corrente di spostamento; Legge di Ampère-Maxwell; Cenni sulle equazioni di Maxwell e sulle onde elettromagnetiche piane nel vuoto

Testi consigliati:

E. Borchini, R. Nicoletti, Elettromagnetismo, vol. 1, Progetto Leonardo, Soc. Ed. Esculapio, Bologna.  
Dispense distribuite durante il corso.

---

Il Numero indica i crediti parziali dell'argomento che precede

Richiami

Sistema termodinamico; equilibrio termodinamico; principio zero e temperatura. Termometri.

0.15

Termodinamica sistema chiuso

Lavoro e calore; trasformazioni reversibili. Primo principio della termodinamica. Energia Interna. Secondo principio della termodinamica; teorema di Clausius; entropia ed irreversibilita'

0.65

Termodinamica sistema aperto

Bilanci di massa e di energia per sistemi aperti; entalpia; applicazione del secondo principio ai sistemi aperti; uso combinato dei due principi; exergia; rendimenti di I e II principio

1.45

Comportamento dei materiali

Caratteristiche dei fluidi termodinamici; coefficienti calorimetrici; relazione di Clapeyron; gas ideale; liquidi; sistemi bifase; processi sui gas ideali; diagrammi termodinamici. Miscele di gas perfetti

2.35

Psicrometria

Miscele di aria e vapor d'acqua e relative grandezze e trasformazioni; diagramma psicrome-trico

2.75

Moto fluidi

Fluidi newtoniani e non; equazione di Bernoulli gen; numero di Reynolds; perdite di carico. Camini; tubo di Venturi e Pitot

3.05

Scambio termico

Conduttività termica dei materiali; equazioni della conduzione termica; sistemi con generazione di energia; strutture composte.

3.65

Transitori

3.75

Convezione naturale e forzata; strato limite; coefficiente di scambio termico; equazioni rappresentative del fenomeno; analisi dimensionale. Alette.

4.65

Concetti di base nello scambio termico con cambiamento di fase.

4.8

Leggi dell'irraggiamento; interazioni tra radiazione e corpi; comportamento dei corpi reali; fattori di vista; irraggiamento tra corpi neri e grigi; effetto serra

5.8

Scambiatori di calore

Coefficiente globale di trasmissione del calore; rendimento superfici alettate. Metodo e-NTU e DTML per dimensionamento

6



**Note:**

1. MODELLISTICA E SIMULAZIONE

- Modelli di stato e ingresso-uscita.
- Modelli lineari a parametri concentrati di sistemi elettrici, meccanici, idraulici e termici.
- Simulazione al calcolatore di sistemi dinamici (MATLAB+SIMULINK).

2. ANALISI DI SISTEMI LINEARI A TEMPO-CONTINUO

- Cenni sulla trasformata e antitrasformata di Laplace
- Funzione di trasferimento e risposta impulsiva
- Analisi della risposta: risposta libera e risposta forzata
- Stabilità
- Criterio di Routh-Hurwitz
- Risposta al gradino
- Analisi armonica
- Risposta in frequenza e sue rappresentazioni grafiche mediante diagrammi di Bode e Nyquist.

3. ANALISI DI SISTEMI A RETROAZIONE

- Stabilità interna
- Criterio di Nyquist
- Margini di stabilità
- Specifiche statiche: errori a regime e tipo del sistema
- Specifiche dinamiche nel dominio del tempo (sovravelongazione, tempo di assestamento e tempo di salita)
- Specifiche dinamiche nel dominio della frequenza (picco di risonanza, banda passante, margine di fase e pulsazione di attraversamento)
- Correlazioni empiriche fra le varie specifiche
- Il luogo delle radici

4. SINTESI DI SISTEMI DI CONTROLLO A RETROAZIONE

- Funzioni compensatrici elementari: funzione attenuatrice ed anticipatrice
- Sintesi per tentativi nel dominio della frequenza
- Sintesi per tentativi mediante il luogo delle radici
- Compensatori PID

**Disciplina:** N091INE **FONDAMENTI DI INFORMATICA**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** INE IGE, IME

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FANTECHI ALESSANDRO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Il calcolatore come strumento che permette di fare operazioni su oggetti

Concetto di algoritmo

La notazione dei diagrammi di flusso per la descrizione degli algoritmi

Concetto di variabile

Il sistema operativo

Struttura a livelli di un calcolatore

L'algebra booleana

Rappresentazione posizionale di numeri interi in una base qualsiasi

Sistemi di numerazione in modulo

Rappresentazione binaria

Rappresentazione di numeri negativi

Rappresentazione di numeri reali in virgola fissa e in virgola

Rappresentazione di testi e altre informazioni

L'architettura di un calcolatore

Linguaggi di programmazione

Il processo di compilazione

Il linguaggio di programmazione C

Struttura generale di un programma C

Strutture linguistiche per il controllo del flusso

Tipi predefiniti del linguaggio C

I tipi strutturati

Sottoprogrammi

Passaggio di parametri a una funzione C

Regole di visibilità degli identificatori

Passaggio di parametri per indirizzo

Variabili globali

Effetti laterali

Algoritmi di ordinamento

Considerazioni sulla complessità degli algoritmi

Algoritmi di ricerca in un vettore: ricerca esaustiva ricerca binaria

**Disciplina:** N235INE **FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E** ING-IND/13  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** INE IGE **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** TONI PAOLO P1 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Note:**

**Introduzione alle reti di calcolatori e Internet**

Cos'è Internet in termini di componenti e servizi. I protocolli. La struttura della rete. Il nucleo della rete. Commutazione di circuito e di pacchetto. Reti di accesso e mezzi trasmissivi. Accesso residenziale, accesso istituzionale e accesso wireless. I mezzi fisici: doppino telefonico, cavo coassiale, fibra ottica, collegamento radio

**Introduzione all'HTML**

Il web: generalità e terminologia. Le Uniform Resource Identifiers (URI). I principi dell'HTML. Gli elementi e i tag dell'HTML. Finestre, frame e tabelle. Gli strati nelle pagine HTML. Il collegamento ipertestuale. Il passaggio di parametri: i form.

**I protocolli a strati**

Cos'è un protocollo. Interfacce ed API. La stratificazione: principi e caratteristiche. Stratificazione protocollare e dati. La pila protocollare di Internet. Il modello di riferimento ISO/OSI. La gerarchia degli strati. Il modello funzionale degli strati. Formattazione dell'informazione. Incapsulamento dei dati. Descrizione dei livelli della pila ISO/OSI.

**Lo strato applicativo**

Protocollo dello strato di applicazione. Applicazioni di rete: terminologia. Il paradigma Client-Server. L'indirizzamento. Tipologie di trasporto richieste dalle applicazioni. Il Web: terminologia. Il web: il protocollo HTTP. Il protocollo FTP. La posta elettronica: principi, formati dei messaggi, protocolli. Il DNS.

**TCP/IP**

Il modello a strati di TCP/IP. La suite di protocolli di TCP/IP. Il protocollo IP. Il protocollo UDP. Il protocollo TCP. I datagrammi. La finestra di trasmissione TCP. Il concetto di porta e endpoint. Esempi di porte.

**HTTP**

Generalità di funzionamento. Proxy, Gateway e Tunnel. Uniform Resource Identifiers (URI). Messaggi HTTP. Gli header HTTP. HTTP Request e HTTP Response. Le Entità.

**Principi di sicurezza nelle Reti di Telecomunicazioni**

Sicurezza fisica, logica, di rete. I principali attacchi informatici. I principali virus. L'attacco di rete. Le patch. Architettura per la Sicurezza. Principi di Crittografia. Firma elettronica. Certificati Digitali. Il Packet Filtering. I Firewall: principi e implementazione. Sicurezza a livello IP: IPSEC. Le Virtual Private Network. Sicurezza a livello di trasporto: SSL. Sicurezza nelle applicazioni: PGP

**XML-SOAP e Web Services**

Introduzione all'XML. La struttura di un documento XML. DTD e Schema XML. Estensioni dell'XML. Il protocollo SOAP. I Web Services: generalità, applicazioni, esempi.

**Disciplina:** N001INE **GEOMETRIA**

MAT/03

**Corso di Studio:** INE IGE

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CASAGLIA IVAN

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

#### ALGEBRA VETTORIALE E APPLICAZIONI GEOMETRICHE

Coordinate cartesiane nel piano e nello spazio. Vettori applicati e vettori liberi. Addizione tra vettori. Moltiplicazione tra uno scalare e un vettore. Prodotto scalare. Proiezione ortogonale e componente orientata. Prodotto vettoriale.

Prodotto misto. Combinazione lineare di vettori. Vettori linearmente dipendenti e indipendenti. Teorema della base.

Lo spazio vettoriale  $\mathbb{R}^n$ . Prodotto scalare, modulo e distanza. Angolo tra due vettori. Sottospazi vettoriali. Generatori e basi. Varietà lineari.

Equazioni parametriche di una retta e di un piano nello spazio. Equazione cartesiana di una retta nel piano e di un piano nello spazio. Condizioni di parallelismo e di ortogonalità. Distanza di un punto da un piano.

#### ALGEBRA MATRICIALE E SISTEMI LINEARI

Lo spazio vettoriale delle matrici  $m \times n$ . Prodotto di matrici. Rango per righe e rango per colonne. Matrici a scala.

Metodo di riduzione. Determinante e sue proprietà. Minori di una matrice e caratteristica. Caratteristica e rango.

Equazioni e sistemi lineari. Teorema di Rouché-Capelli. Metodo di Gauss. Soluzione generale di un sistema lineare

come varietà lineare. Teorema e regola di Cramer. Inversa di una matrice.

#### APPLICAZIONI LINEARI

Applicazioni lineari di  $\mathbb{R}^n$  in  $\mathbb{R}^m$ . Matrice di una applicazione lineare. Nucleo e immagine di una applicazione

lineare. Teorema della dimensione. Applicazioni lineari iniettive, suriettive e biiettive. Applicazioni lineari e sistemi.

Cambiamento di base e matrici simili. Autovalori ed autovettori. Calcolo degli autovalori. Diagonalizzazione

(dimensioni  $n=2,3$ , caso reale).

**Disciplina:** N237INE **IMPIANTI ELETTRICI - SICUREZZA**

ING-IND/33

**Corso di Studio:** INE 0060799

**Crediti:** 6 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** MARTARELLI GIANCARLO P2 ING-IND/ **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N242INE **IMPIANTI INDUSTRIALI**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** INE 0060589

**Crediti:** 6 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Impianti meccanici c.l. MEC v.o. com. IGE, IME

**Docente:** BANDELLONI MARTINO

P1 ING-IND/

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Corso di Studio:** INE**Crediti:** 6 **Tipo:** A**Note:****Docente:** LIBERATORE ANTONINO

FRL ING-IND/

**Copertura:** AFF03**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

1 - Richiami sui circuiti magnetici.

Relazioni i-H e B-H. Circuiti magnetici equivalenti senza traferri e con traferri. Curve di magnetizzazione - Calcolo di circuiti magnetici: noto il flusso, determinare la forza magnetomotrice, e viceversa - Isteresi; perdite per isteresi - Correnti Parassite e perdite connesse - Perdite del nucleo magnetico - Eccitazione sinusoidale dell'induttanza senza isteresi e con isteresi del nucleo magnetico: caratteristica j-i; circuito equivalente - Magneti permanenti.

2 - Trasformatori

Cenni costruttivi - Trasformatore ideale - Relazioni costitutive - Adattamento di impedenza - Trasformatore reale monofase - Circuito equivalente - Circuiti equivalenti approssimati - Prova a vuoto e prova in corto circuito - Regolazione di tensione - Rendimento. Autotrasformatore - Trasformatore trifase. Gruppi di collegamento - Trasformatori trifase con circuito magnetico unico - Armoniche - Trasformatori di misura.

3 - Conversione elettromeccanica dell'energia

Equazione che regola il trasferimento dell'energia elettrica in energia meccanica, più energia magnetica del campo di interfaccia, più l'energia legata alle perdite - Caso del sistema lineare - Espressione della forza e della coppia meccanica, dell'energia di campo magnetico - Macchine di traslazione e di rotazione - Trasduttore elettrico - magneto - meccanico e suo modello circuitale, ideale e reale: trasformatore elettrico - magneto - meccanico - Reversibilità del dispositivo.

4 - Macchine asincrone

Cenni costruttivi - Campo magnetico rotante con metodo grafico ed analitico. Tensioni indotte - Macchine trifase anche a più coppie polari - Scorrimento - Relazioni fra frequenza elettrica dello statore del campo magnetico rotante di statore, meccanica del rotore, della f.e.m. indotta negli avvolgimenti rotorici, del campo magnetico rotante del rotore. I tre modi di lavoro: motore, generatore, freno - Rotore avvolto e rotore a gabbia di scoiattolo semplice e doppia. Avvolgimenti di statore - Circuito equivalente - Prova con rotore senza carico e con rotore bloccato. Espressione della coppia motrice - Rendimento - Flusso della potenza nei tre modi di funzionamento - Controllo della velocità del rotore - Avviamento. Motore ad induzione lineare - Motore asincrono monofase, vari tipi.

5 - Macchina sincrona

Cenni costruttivi. Particolarità della macchina sincrona: doppia eccitazione (corrente continua sul rotore e corrente alternata sullo statore) - Generatore sincrono - Caratteristica di eccitazione a circuito di statore aperto - Collegamento alla rete di distribuzione pubblica dell'energia elettrica - Collegamento a una rete individuale - Avviamento come motore (con convertitore a frequenza variabile), oppure come motore ad induzione con avvolgimento aggiunto - Reazione di indotto - Circuito equivalente secondo Behn Eschemburg e secondo Poiter - Prova con circuito di statore aperto e chiuso in corto circuito - Diagrammi fasoriali nel funzionamento come generatore e come motore. Potenza, coppia, angolo di coppia, rendimento. Controllo del fattore di potenza mediante la corrente di eccitazione - Macchine a poli salienti; trasferimento di potenza. Cenni sul motore sincrono lineare. Motore sincrono e a riluttanza anche con corrente a commutazione di statore.

6 - Macchina in corrente continua

Cenni costruttivi - Tipi di eccitazione. Tensione indotta di armatura e coppia di reazione sviluppata sul rotore nel caso di generatore e coppia sviluppata sul rotore e tensione di reazione nel caso del motore - Motore con eccitazione indipendente, in parallelo, serie - Controllo della velocità - Motori con magnete permanente - Motore universale.

7 - Macchine speciali

Cenni sui servomotori e sui motori passo-passo.



**Disciplina:** N161INE **MISURE ELETTRICHE**

ING-INF/07

**Corso di Studio:** INE 0060805

**Crediti:** 6 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** IUCULANO GAETANO

P1 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N236INE **PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** INE 0060571

**Crediti:** 6 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato con Elettrotecnica c.l. MEC v.o. con IME IGE

**Docente:** REATTI ALBERTO

P2 ING-IND/

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, di Thevenin, di Norton.

Metodi di analisi su base maglie e su base nodi.

Componenti attivi. Generatori controllati. Analisi di reti resistive contenenti componenti attivi.

Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Analisi di circuiti del primo ordine con metodo semplificato. Risposta transitoria e risposta permanente. Costante di tempo. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti e con eccitazioni sinusoidali.

Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda.

Funzione di rete. Risposta in frequenza, risposta in ampiezza e risposta in fase.

Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento.

**Disciplina:** N309INE **PRINCIPI DI PROGETTAZIONE MECCANICA** ING-IND/14

**Corso di Studio:** INE IGE **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** VANGI DARIO P2 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N244INE **SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA**

ING-IND/33

**Corso di Studio:** INE 0060799

**Crediti:** 6 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Impianti elettrici c.l. ELE v.o.

**Docente:** MARTARELLI GIANCARLO P2 ING-IND/

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N052INE **SISTEMI ENERGETICI**

ING-IND/09

**Corso di Studio:** INE

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** Mutuato da Macchine (MEC v.o.) in comune IGE IME

**Docente:** FACCHINI BRUNO

P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Mutuato dal Corso di SISTEMI ENERGETICI corso di Laurea Nuovo Ordinamento Ingegneria Meccanica IME (vedi corrispondente scheda)

**Disciplina:** N233INE **TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA** ING-IND/22  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** INE IGE IME **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** PRADELLI GIORGIO P1 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

A.A. 2001/2002

Combustione: potere calorifico, aria di combustione, volume e composizione dei fumi, temperatura di infiammabilità, limiti di accensione, temperatura teorica di combustione, perdita al camino, potenziale termico. Combustibili: classificazione, combustibili di interesse industriale, cokificazione, raffinazione del petrolio, gas naturale. Carburanti: benzine e oli per diesel.

Diagrammi di fase. Teoria dei diagrammi di fase di sistemi a due componenti.

Materiali metallici. Caratteristiche e classificazione. Diagramma ferro-carbonio. Acciai di base e di qualità. Ghise di seconda fusione.

Leghe di alluminio: Al-Si, Al-Cu.

**Disciplina:** N704INE **TEORIA E TECNICA DELLA  
COMUNICAZIONE MULTIMEDIALE**

**Corso di Studio:** INE IGE IME **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** TOSCHI LUCA P2S L-LIN/01 **Copertura:** AFF05

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

