

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

FACOLTÀ DI INGEGNERIA



Programma del corso di PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA II - A.A. 2019/2020

**Prof. G. Rubinacci**

## **OBIETTIVI DEL CORSO**

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli allievi la presentazione degli aspetti della teoria dei circuiti relativi alle reti lineari in condizioni dinamiche e dei principali modelli dell'elettromagnetismo stazionario e quasi-stazionario ai fini delle successive applicazioni. Al termine del corso gli allievi saranno in grado di affrontare l'analisi di reti elettriche lineari in condizioni dinamiche, sapranno ricavare il modello circuitale equivalente di semplici dispositivi elettrici e magnetici, comprendendone le ipotesi di validità e risolvere problemi di calcolo di parametri equivalenti di semplici dispositivi elettrici e magnetici, anche con l'uso di software applicativo.

### **1. CIRCUITI DINAMICI LINEARI**

Richiami su Equazioni di stato di circuiti del primo e secondo ordine, circuito resistivo associato, continuità delle grandezze di stato; Circuiti RL, RC del primo ordine. Circuiti RLC, circuiti RC e circuiti RL del secondo ordine. Dinamica in presenza di forzamento. Evoluzione libera ed evoluzione forzata. Funzioni delta di Dirac e gradino unitario. Risposta al gradino ed all'impulso. Integrale di convoluzione. Analisi di circuiti con la trasformata di Laplace. Richiami su L-trasformata e sue principali proprietà. Equazioni circuitali nel dominio di Laplace – Impedenze operatoriali. Equazioni di Tableau nel dominio di Laplace. Calcolo delle anti-trasformate con generatori costanti e sinusoidali – decomposizione in fratti semplici. Circuiti di impedenze operatoriali. Funzione di trasferimento. Risposta con ingresso zero nel dominio di Laplace.

### **2. I CAMPI ELETTROMAGNETICI. RICHIAMI SU ALCUNI CONCETTI DI BASE**

Campi scalari, vettoriali e sistemi di coordinate. Definizione dei campi **E** e **B**. Le sorgenti elementari del campo elettromagnetico: cariche e correnti elettriche: densità volumetrica di carica elettrica; intensità di corrente elettrica; densità volumetrica di corrente elettrica. Le sorgenti puntiformi, filiformi e superficiali

### **3. LE EQUAZIONI DI MAXWELL**

Rappresentazione dei campi vettoriali. Flusso, integrale di linea, circuitazione di un campo vettoriale, tensione elettrica. Principio della conservazione della carica per sistemi elettricamente chiusi. Legge della conservazione della carica per sistemi elettricamente aperti, equazione di continuità. Le equazioni di Maxwell in forma integrale nel vuoto. Conduttori: correnti elettriche libere, legge di Ohm alle grandezze specifiche, campo elettromotore. Dielettrici: cariche di polarizzazione, intensità di polarizzazione, dielettrici lineari. Materiali magnetici: correnti di magnetizzazione, intensità di magnetizzazione, materiali magnetici lineari, materiali ferromagnetici. Cenni sulla misura del ciclo d'isteresi. Le equazioni di Maxwell in forma integrale nei mezzi materiali.

### **4. ELETTROSTATICA**

Le equazioni del campo. Il principio di sovrapposizione. Distribuzioni di carica a simmetria sferica, cilindrica e piana. Tensione e differenza di potenziale. L'operatore gradiente. Il potenziale associato a distribuzioni di carica. Campo elettrico e carica nei conduttori. Principio delle immagini. La capacità di un conduttore isolato. La capacità di due conduttori. Cenni sulle capacità parziali. Condensatore piano, cilindrico, sferico. Capacità di due sfere. Capacità per unità di lunghezza di un cavo coassiale e di una linea bifilare. Capacità in presenza di dielettrici. Richiami sull'energia del campo elettrostatico.

### **5. CAMPO DI CORRENTE STAZIONARIO**

Le equazioni del campo. Conduttore elettrico perfetto. Isolante perfetto. Tubo di flusso. Resistore monodimensionale. Generatore di forza elettromotrice. Circuito elettrico semplice. Leggi di Kirchhoff. Considerazioni energetiche: potenza dissipata, legge di Joule, lavoro del campo elettromotore. Resistenza di terra. .

### **6. CAMPO MAGNETICO STAZIONARIO E QUASI-STAZIONARIO**

Le equazioni del campo. Distribuzioni di correnti a simmetria cilindrica e piana. Il solenoide rettilineo lungo. Coefficienti di auto e mutua induzione. Circuiti accoppiati. Energia del campo magnetico. Forze. Induttanza per unità di lunghezza di un cavo coassiale e di una linea bifilare. Induttanza di un solenoide rettilineo lungo. Coefficiente di mutua induzione di due solenoidi rettilinei lunghi coassiali. Circuiti magnetici. Forza magnetomotrice. Elettromagnete.

Calcolo dei coefficienti di auto e mutua induzione in presenza di un circuito magnetico. Magnet permanenti. La legge dell'induzione elettromagnetica. Cenni su effetto pelle e perdite per correnti parassite. Cenni sulla conversione elettromeccanica.

#### 7. LABORATORIO.

Richiami di algebra vettoriale, elementi di analisi vettoriale, operatori differenziali e loro proprietà. Campi conservativi. Potenziale scalare. Campi irrotazionali. Potenziale vettore. Campi solenoidali. Equazione di Laplace e Poisson. Funzioni armoniche. Cenni sul metodo agli elementi finiti per la soluzione dell'equazione di Laplace. Applicazioni al calcolo di capacità, resistenze, coefficienti di auto e mutua induzione, correnti indotte in semplici dispositivi elettrici e magnetici.

## Sussidi didattici

### Sussidi didattici di riferimento:

#### Circuiti dinamici

M. De Magistris e G. Miano, **Circuiti**, Edizioni Springer.

Luciano De Menna, Elettrotecnica, Vittorio Pironti editore.

Appunti disponibili sul sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it) all'indirizzo del corso

#### Campi elettromagnetici

Luciano De Menna, Elettrotecnica, Vittorio Pironti editore.

Appunti disponibili sul sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it) all'indirizzo del corso

Appunti del prof. Luciano De Menna disponibili sul sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it)

### Testi di consultazione:

[1] L.O. CHUA, C.A. DESOER, E.S. KUH, **Circuiti Lineari e Non Lineari**, Jackson, 1991.

[2] S. BOBBIO - E. GATTI, Elettromagnetismo e Ottica, seconda edizione, Boringhieri.

[3] G. SOMEDA, Elementi di elettrotecnica, Patron, Bologna, 1979

[4] F. BAROZZI - F. GASPARINI, Fondamenti di Elettrotecnica: Elettromagnetismo, Collezione di Elettrotecnica ed Elettronica, UTET, 1989

## Informazioni sul corso

Il programma del corso, le dispense del docente ed il materiale relativo alle esercitazioni sono disponibili, in formato elettronico (pdf), sul sito: [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it). Sul sito vengono rese disponibili, di volta in volta, ulteriori informazioni sul corso, aggiornamenti del materiale didattico, notizie utili.

Il Prof. Guglielmo Rubinacci riceve il lunedì, il mercoledì ed il venerdì dalle 11:30 alle 13:30 presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica, via Claudio 21 (tel. **081/7683243 -3897**; e-mail:[rubinacci@unina.it](mailto:rubinacci@unina.it)).

## Modalità d'esame

L'esame prevede una **prova scritta** (anche infracorso) ed un **colloquio orale** conclusivo. La **prova scritta** consiste nella soluzione di problemi ed esercizi, e la valutazione è articolata in tre fasce, **A**, **B**, **C**, con la seguente tabella di corrispondenza orientativa in voti (espressi in trentesimi)

**A: 30-28      B: 27-24      C: 23-18.**

È prevista un'ulteriore fascia di valutazione (**D**) per scritti non sufficienti e che tuttavia presentino un debito eventualmente recuperabile in sede di prova orale. Per tale fascia, una volta recuperato il debito, la valutazione complessiva non potrà comunque superare quella della fascia C.

Il **colloquio orale** consiste nella discussione della prova scritta e di uno o più argomenti del programma.

Le prenotazioni per la prova scritta e per la prova orale sono obbligatorie e si effettuano sul sito: [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it).

