

Programma preliminare del corso di
PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA I (Settore Scientifico Disciplinare ING-IND-31)
 n. 6 Crediti Formativi Universitari (CFU)
 A.A. 2017/2018
 Prof. Vincenzo COCCORESE

Tutti gli avvisi ed informazioni sul corso sono resi noti mediante inserimento nel sito www.elettrotecnica.unina.it.

1 Programma dettagliato (Diario del corso)

1	Lezione 20 settembre 2017 8:30 - 10:30	Introduzione al corso (V. programma provvisorio sul sito web). Concetto generale di sistema. Molteplicità ed interazione. Concetto di sistema elettrico. Apparecchiature elettriche. Concetto generale di modello di un sistema ingegneristico. Modelli sperimentali e modelli teorici. Modelli sperimentali fisico-geometrici in scala. Modelli teorici fisico-matematici. Modelli teorici matematico-numerici. Il modello circuitale come modello teorico di tipo fisico-matematico. Grandezze fondamentali del modello circuitale: tensione $v(t)$ e $i(t)$ corrente come funzioni reali di variabile reale. Grandezze matematiche del modello e corrispondenti grandezze fisiche tempo, tensione e corrente. Corrispondenza fra le grandezze fisiche scalari tensione e corrente e le grandezze fisiche vettoriali campo elettrico e densità di corrente. Possibilità di trattare il modello circuitale come modello di tipo matematico-numerico, cioè trattazione assiomatica che prescinde totalmente dalla realtà fisica. Necessità del trasferimento alla realtà fisica dell'analisi del modello teorico.
2	Lezione 22 settembre 2017 10:30 - 12:30	Cenni sulle grandezze fisiche vettoriali densità di corrente e campo elettrico. Descrizione cinematica del movimento di insieme delle cariche. Definizione fisica del vettore densità di corrente. Discussione sulla solenoidalità del vettore $\mathbf{J}$. Definizione fisica di intensità della corrente elettrica come flusso del vettore $\mathbf{J}$ attraverso una superficie aperta orientata (in relazione ad un verso di percorrenza della linea di contorno della superficie. Carattere sia fisico sia convenzionale del segno della corrente.
3	Lezione 27 settembre 2017 8:30 - 10:30	Il campo elettrico $\mathbf{E}$ come forza agente sull'unità di carica. Tensione elettrica come lavoro effettuato sull'unità di carica per lo spostamento fra due punti lungo un certo percorso. Discussione sulla irrotazionalità del vettore $\mathbf{E}$. Tensione elettrica e differenza di potenziale. Realtà fisica descrivibile con il modello circuitale. Apparecchiatura elettrica come superficie chiusa che consente il passaggio delle cariche elettriche esclusivamente attraverso le piccole superfici dette morsetti. Interazione fra apparecchiature dovuta esclusivamente alla messa in comune di morsetti fra diverse apparecchiature. Confinamento all'interno delle apparecchiature dei fenomeni non solenoidali per la corrente (ad es. condensatore) e di quelli non irrotazionali per la tensione (ad es. trasformatore). Difficoltà o impossibilità di utilizzo del modello circuitale nei casi in cui l'ipotesi fisica del confinamento non è possibile (ad es, propagazione elettromagnetica). Correnti e tensioni in un'apparecchiatura. Conseguenza dell'ipotesi fisica di confinamento all'interno dell'apparecchiatura di eventuali fenomeni non solenoidali o non irrotazionali; indipendenza di tensioni e correnti da parametri geometrici. Tensioni fra i morsetti dell'apparecchiatura come quantità indipendenti dal percorso di integrazione (tensioni equivalenti a diff.ze di potenziale fra i morsetti). Somma algebrica nulla delle correnti ai morsetti (non accumulo di carica nella superficie chiusa delimitante l'apparecchiatura) Modello 0-D dell'apparecchiatura: definizione di N-polo. Correnti e tensioni nell'N-polo. Interpretazione fisica dei due postulati dell'N-polo come conseguenza delle ipotesi fisiche formulate sull'apparecchiatura. Postulato sulle correnti dell'N-polo. Correnti entranti o uscenti: $\sum (+-ik)=0$. Gradi di libertà (N-1) delle correnti in un N-polo. Postulato sulle tensioni dell'N-polo. Morsetto di riferimento. Tensione di ciascun morsetto (v_i) rispetto a quello scelto come riferimento. Tensione fra due generici morsetti ($v_{ij}=v_i-v_j$). $\sum v_{hk}=0$. Gradi di libertà (N-1) delle tensioni in un N-polo. Caso particolare del bipolo. Simbolismo grafico e simbolismo letterale per le tensioni/correnti Convenzione dell'utilizzatore e del generatore in un bipolo.
4	Lezione 29 settembre 2017	Convenzione dell'utilizzatore e del generatore in un N-polo. Potenza assorbita o generata in un N-polo. Potenza utilizzata (assorbita) e potenza generata (erogata) in un bipolo. Funzioni caratteristiche di un N-polo. Funzione caratteristica di un bipolo.

	8:30 - 10:30	Concetto di classificazione dei bipoli. Bipoli dinamici ed adinamici. Bipoli tempo-invarianti e tempo-varianti. Funzione caratteristica espressa come equazione implicita $f(v,i)=0$. Rappresentazione grafica della funzione caratteristica statica. Bipoli con funzione caratteristica lineare (bipoli lineari). Espressione analitica dei bipoli lineari del I ordine. Definizione di circuito (o rete) elettrico (insieme di N-poli con connessione). Concetto di connessione: messa in comune di morsetti (nodi di connessione). Effetto della connessione: diminuzione del numero di gradi libertà complessivo. Definizione di nodo di una rete. Reti di bipoli. Connessione fra bipoli. Rappresentazione grafica. Rappresentazione mediante la matrice di connessione. (lati nelle colonne e nodi nelle righe, o viceversa).
5	Lezione 04 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Bipoli sconnessi, semplicemente connessi o completamente connessi. Reti completamente connesse. Studio delle connessioni mediante l'utilizzo del grafo di una rete. Grafi orientati. Elementi costituenti il grafo: nodi, lati, matrice di connessione. Sottografi notevoli: maglie, insiemi di taglio. Formulazione leggi di Kirchhoff per le correnti (LKC) agli insiemi di taglio e per le tensioni (LKT) alle maglie. Insiemi di taglio minimi. Definizione di bipoli in serie e in parallelo LKT e LKC come relazioni lineari omogenee che diminuiscono il numero complessivo di gradi di libertà della rete di bipoli. Insiemi di taglio notevoli associati ai singoli nodi (insiemi di taglio minimi): LKC ai nodi. Grafi connessi, albero e co-albero di un grafo. Grafi planari. Maglie fondamentali, ottenute giustapponendo uno alla volta i lati del co-albero all'albero.
6	Lezione 06 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Derivaz. LKC ai nodi dalla matrice di connessione (o incidenza) associata ad un grafo orientato. Maglie notevoli per i grafi planari: anelli Concetto di risoluzione di una rete. Tensioni e correnti come incognite del problema. Dimostrazione dell'indipendenza di n-1 equazioni ai nodi e dell'indipendenza di l-(n-1) equazioni con l'uso dei concetti di albero-coalbero e maglie fondamentali. Discussione sul concetto di soluzione: gradi di libertà (incognite) e vincoli (equazioni). Equazioni LKC indipendenti: n-1 (solo enunciato) Equazioni LKT indipendenti: l-(n-1) (solo enunciato). Uguaglianza fra gradi di libertà e vincoli come condizione necessaria per esistenza ed unicità della soluzione. Sistema fondamentale di una rete di bipoli lineari. Tecniche numeriche risolutive: metodo di Cramer, metodo di sostituzione. Inadeguatezza del metodo di Cramer per sistemi di ordine elevato. Reti resistive. Sistema fondamentale di una rete resistiva.
7	Lezione 11 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Esercitazione su reti resistive (Vincenzo Loschiavo)
8	Lezione 13 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Riepilogo bipoli delle reti resistive. Funzioni caratteristiche dei generatori ideali di tensione/corrente, resistori ideali, corto circuiti e circuiti aperti ideali. Simboli grafici. Dipendenza dalla scelta dei riferimenti per tensioni/correnti. Scrittura semplificata del sistema fondamentale di una rete resistiva. Teorema della sovrapposizione degli effetti per le reti di bipoli lineari. Interpretazione circuitale del teorema. Dimostrazione della proprietà di sovrapposizione degli effetti come conseguenza della regola di Cramer per la soluzione dei sistemi di equazioni lineari. Discussione sulla portata del teorema. Esempio applicativo. Partitori di tensione e di corrente.
9	Lezione 18 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Indipendenza delle relazioni come condizione necessaria. Concetto di equivalenza fra sottoreti a configurazione bipolare. Caratteristica esterna di una sottorete a configurazione bipolare. Applicazione del principio di equivalenza alla serie/parallelo di resisitori Metodo delle caratteristiche. Discussione su esistenza ed unicità Rete equivalente di un bipolo in serie/parallelo ad un cc/ca. Compatibilità delle equazioni: generatori ideali di tens in parallelo e di corr in serie. Singularità del modello. Inadeguatezza del modello. Il caso dei generatori ideali di tensione in parallelo. Definizione di strumenti ideali di misura: ipotesi di assenza di errore di misura e assenza di interferenza con le grandezze del sistema. Voltmetro/amperometro ideale. Modello circuitale del Voltmetro/amperometro ideale.
10	Lezione 20 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Unità di misura. Definizione operativa di tensione e corrente: amperometri, voltmetri, e modalità di inserimento per la misura delle rispettive grandezze. Teorema di Thévenin/Norton (solo enunciato): ipotesi (sottorete lineare L connessa ad una sottorete generica N). Tesi del teorema (versione Thévenin): e_0 come tensione a vuoto, R_{eq} come resistenza equivalente alla sottorete L resa passiva (cioè annullando i generatori, cioè sostituendo ad essi cortocircuiti/circuiti aperti). Espressione della resistenza equivalente come rapporto fra tensione a vuoto e corrente di corto circuito. Portata del teorema di Thévenin/Norton: caratterizzazione di una sottorete mediante misure a vuoto e in corto circuito (ovvero l'equazione lineare del bipolo di Thévenin può essere individuata con due punti qualsiasi, in particolare a vuoto e in cc). Rappresentazione grafica del teorema di Thévenin/Norton. Applicazione alla soluzione di reti parzialmente non lineari. Generatori reali nel limite lineare: resistenza interna. Linearizzazione della funzione caratteristica.
11	Lezione 25 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Esercitazione su teorema Thévenin/Norton (Vincenzo Loschiavo)

12	Lezione 27 ottobre 2017 8:30 - 10:30	Teorema di Tellegen (solo enunciato). Conservazione della potenza. Significato fisico della potenza in un bipolo. Lavoro elettrico ed energia elettrica. Bilancio energetico di un bipolo. Potenza utilizzata in un resistore. Resistori fisicamente realizzabili. Teorema di non amplificazione delle tensioni/correnti (solo enunciato). Diodo ideale. Funzione caratteristica.
13	Lezione 03 novembre 2017 8:30 - 10:30	Diodo ideale. Risoluzione di semplice rete resistiva con un diodo. Discussione critica sulla linearità. Concetto di linearizzazione. Induttori e capacitori ideali. Simboli grafici. Funzioni caratteristiche. Induttori e capacitori tempo invarianti. Induttori e capacitori fisicamente realizzabili. Bipoli lineari di ordine 0 e di ordine 1. Il sistema fondamentale per le reti RLC. Esempio applicativo. Reti RLC fisicamente realizzabili. Richiami sulla teoria delle equazioni differenziali a coefficienti costanti. Discussione su integrale particolare e integrale generale. Teorema della fisica realizzabilità. Discussione sulle costanti di tempo del circuito. Analisi delle reti in transitorio e analisi a regime. Studio delle reti RLC nel dominio del tempo. Sistema fondamentale. Significato circuitale dell'integrale generale e dell'integrale particolare: identificazione dell'integrale generale come termine transitorio e dell'integrale particolare come termine a regime nel caso di reti RLC fisicamente realizzabili. Costanti di tempo della rete RLC.
14	Lezione 08 novembre 2017 8:30 - 10:30	Concetto di regime in una rete. Innesco dei fenomeni transitori. Transizione di una rete da un vecchio regime ad un nuovo regime. Interruttore ideale. Utilizzo dell'interruttore per rappresentare la transizione. Necessità, dal punto di vista matematico, della continuità delle corr/tens negli indutt/capacit. Introduzione del vincolo di continuità nel modello. Calcolo delle costanti arbitrarie (metodo analitico). Reti del primo ordine. Esempio di soluzione di una rete nel dominio del tempo (Circuito RL). Impostazione dell'equaz. diff.le risolutiva. Teorema di sostituzione. Calcolo delle costanti arbitrarie (metodo circuitale). Calcolo della soluzione a regime e della costante di tempo con il metodo circuitale.
15	Lezione 10 novembre 2017 8:30 - 10:30	Bilancio energetico dell'indutt/capacit. Variabili di stato e loro continuità. Esercizio riepilogativo sui transitori del I ordine: soluzione di una rete RC con il metodo circuitale.
16	Lezione 15 novembre 2017 8:30 - 10:30	<i>Analisi delle reti a regime. Regime polinomiale. Regime sinusoidale isofrequenziale. Reti in regime sinusoidale permanente. Corrispondenza fra funz. sinus e num complessi ed operazioni corrispondenti (isomorfismo). Tecnica fasoriale. Richiami sull'algebra dei numeri complessi Rappresentazione vettoriale dei fasori. Definizione di impedenza. Impedenza dei bipoli fondamentali. Semplice esempio applicativo.</i>