



# UNIVERSITÀ DI PISA

## PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA

ROCCO RIZZO

Academic year **2023/24**  
Course **INGEGNERIA DELL'ENERGIA**  
Code **976II**  
Credits **12**

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
Principi di Ingegneria Elettrica	ING-IND/31	LEZIONI	120	EMANUELE CRISOSTOMI ROCCO RIZZO CLAUDIA SIMONELLI

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze di teoria dei circuiti tramite modelli a parametri concentrati. In particolare saranno trattati i seguenti argomenti: analisi topologica ed energetica dei bipoli elettrici, i teoremi e le metodologie di risoluzione dei circuiti lineari in regime continuo, sinusoidale, periodico generico e dinamico; i circuiti multi-porta; i sistemi trifase; l'analisi di strutture magnetiche lineari; il trasformatore. Saranno inoltre accennati i circuiti non-lineari e verranno descritti alcuni software di soluzione automatica delle reti elettriche. Infine sarà trattata la problematica della sicurezza elettrica.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica avviene tramite la prova orale e la prova scritta. Nella prova scritta lo studente deve dimostrare le sue abilità nel risolvere alcuni esercizi relativi ai principali argomenti del corso. Nella prova orale, lo studente deve dimostrare di aver acquisito i fondamenti teorici degli argomenti trattati a lezione e di saperli esporre con la terminologia appropriata.

Metodo:

- Prova scritta
- Prova orale

La prova scritta è un prerequisito obbligatorio per poter sostenere la prova orale. La prova scritta è superata con un voto maggiore o uguale a 15/30.

#### Capacità

Gli studenti che hanno completato con successo il percorso previsto, saranno in grado di risolvere i circuiti elettrici in regime stazionario continuo, sinusoidale (anche trifase), periodico non sinusoidale e dinamico tramite la trasformata di Laplace. Saranno inoltre capaci di valutare il grado di sicurezza di un semplice impianto elettrico;

#### Modalità di verifica delle capacità

Le modalità di verifica si basano principalmente sull'esame finale composto dalla prova scritta e dalla prova orale. Alcune ore di esercitazione pratica sono indirizzate all'uso di un software numerico per la soluzione dei circuiti elettrici. Infine, durante l'anno sono previste alcune ore di laboratorio facoltative durante le quali gli studenti possono montare alcuni circuiti elettrici di base ed usare i principali strumenti di misura delle grandezze elettriche.

#### Comportamenti

Lo studente potrà acquisire le capacità di trattare con problemi che comportano competenze multidisciplinari (ingegneria elettrica, ingegneria meccanica);

#### Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica delle capacità comportamentali acquisite si basa principalmente sullo svolgimento delle prove di esame. Esse infatti contengono esercizi e domande volte a valutare l'approccio multidisciplinare.

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)



# UNIVERSITÀ DI PISA

fondamenti di analisi matematica e di calcolo differenziale

## Indicazioni metodologiche

Lezioni frontali, esercitazioni in aula, studio individuale, attività di laboratorio (facoltative).

Frequenza: non obbligatoria ma fortemente consigliata.

## Programma (contenuti dell'insegnamento)

### Reti Elettriche Lineari (50 L, 25 E)

Principi Fondamentali - Dai campi elettromagnetici ai circuiti elettrici; Il problema fondamentale delle reti elettriche; definizioni di base: corrente, tensione, potenza ed energia; La legge dell'Induzione Elettromagnetica; Bipoli Elettrici; I Principi di Kirchhoff; il Teorema di Tellegen sulla potenza; Il Principio di Sostituzione o equivalenza; Elementi circuitali: relazioni costitutive e caratterizzazione energetica - Il Resistore; Il Generatore; Il Condensatore; L'Induttore; Gli Induttori Mutuamente Accoppiati; Risoluzione del Problema Fondamentale delle reti - Reti resistorie; Il Partitore di tensione; Il Partitore di corrente; Il Principio di Sovrapposizione degli Effetti; Il Teorema di Millman; I Teoremi di Thevenine e Norton; Metodi di risoluzione generali: Il metodo delle correnti di maglia; Il metodo delle tensioni nodali; Reti lineari dinamiche: soluzione con il metodo classico nel dominio del tempo; Il Circuito in regime periodico sinusoidale – Trasformata di Steinmetz (o fasoriale); Rappresentazione fasoriale di Tensione e Corrente; La Potenza in regime sinusoidale; Il Teorema sulla Potenza; Il rifasamento; Il Circuito in regime periodico generico - Uso della trasformata a serie di Fourier; I circuiti risonanti; I Circuiti Multiporta; I Dappi Bipoli; Reti lineari dinamiche: soluzione tramite la Trasformata di Laplace; Cenno ai software numerici per la soluzione delle reti elettriche; Cenno alle reti elettriche non-lineari;

### Applicazioni Delle Reti Elettriche (30 L, 15 E)

#### Applicazioni Delle Reti Elettriche (30 L, 15 E)

I Sistemi Trifase dai Sistemi simmetrici ed equilibrati ai Sistemi dissimmetrici e squilibrati; Teorema di Fortescue e cenno al Metodo delle Sequenze; I Circuiti Magnetiche; Analisi con la rete elettrica equivalente; Forze Magnetiche; Principio dei Lavori Virtuali; Il Trasformatore monofase e trifase; Principi di Sicurezza Elettrica;

## Bibliografia e materiale didattico

- A. Longo, Analisi dei circuiti elettrici lineari, LTU, Pisa;
  - P. M. Chirlian, Basic Network Theory, McGraw-Hill;
  - M. Raugi, Lezioni di Elettrotecnica, PLUS, Pisa;
  - G. Becherini, A. Longo, Analisi dei circuiti elettrici lineari - Esercizi, LTU, Pisa;
  - S. Barmada, Elettrotecnica: 84 esercizi; PLUS, Pisa;
  - M. Ceraolo, D. Poli, Fundamentals of Electric Power Engineering, IEEE Press, Wiley, 2014
- Approfondimenti su <http://elearn.ing.unipi.it/> ? Principi di Ingegneria Elettrica (CdL Ing. Energia);

## Modalità d'esame

La verifica avviene tramite la prova orale e la prova scritta. Nella prova scritta lo studente deve dimostrare le sue abilità nel risolvere alcuni esercizi relativi ai principali argomenti del corso. Nella prova orale, lo studente deve dimostrare di aver acquisito i fondamenti teorici degli argomenti trattati a lezione e di saperli esporre con la terminologia appropriata.

Metodo:

- Prova scritta
- Prova orale

La prova scritta è un prerequisito obbligatorio per poter sostenere la prova orale. La prova scritta è superata con un voto maggiore o uguale a 15/30.