



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria ed Architettura

Anno Accademico 2021/2022

Corso di studi in Ingegneria Aereospaziale, classe di laurea L9

Insegnamento	Elettrotecnica e Fondamenti di Elettronica
CFU	9
Settore Scientifico Disciplinare	ING-IND/31
Metodologia didattica	Lezioni Frontali ed esercitazioni applicative
Nr. ore di aula	72
Nr. ore di studio autonomo	153
Nr. ore di laboratorio	0
Mutuazione	No
Annualità	2 Anno
Periodo di svolgimento	Secondo Semestre

Docente	E-mail	Ruolo	SSD docente
Vincenzo Maniscalco	<a href="mailto:vincenzo.maniscalco@unikore.it">vincenzo.maniscalco@unikore.it</a>	PC	ING-INF/03

Propedeuticità	Nessuna
Sede delle lezioni	Facoltà di Ingegneria ed Architettura

## Orario delle lezioni

L'orario delle lezioni sarà pubblicato sulla pagina web del corso di laurea:

<https://www.unikore.it/index.php/it/ingegneria-aerospaziale-attivita-didattiche/calendario-lezioni>

## Obiettivi formativi

Il corso tratta argomenti di base di teoria dei circuiti introducendo le caratteristiche elettriche dei principali dispositivi a semiconduttore ed i concetti fondamentali per l'analisi e la sintesi di circuiti elettronici analogici e digitali. Inoltre, il corso fornisce i metodi per l'analisi dei circuiti elettrici ed elettronici. Sui temi trattati verranno svolte esercitazioni applicative.

## Contenuti del Programma

N.	ARGOMENTO	TIPOLOGIA	DURATA
1	<b>Introduzione allo studio dei Circuiti Elettrici:</b> Modello di un circuito elettrico a parametri concentrati/distribuiti. Quantità di carica e corrente. Potenziale elettrico e differenza di potenziale. Leggi di Ohm. Variabili fondamentali: tensione e corrente di lato. Direzioni di riferimento e direzioni associate. Potenza ed energia.	Frontale	1h
2	<b>Elementi circuitali:</b> Caratteristica di un elemento. Elementi lineari e non lineari. Elementi tempo invarianti e tempo varianti. Elementi attivi e passivi. Relazione tensione-corrente di un bipolo. Collegamento in serie e parallelo di bipoli. Bipoli resistivi. Resistori lineari, tempo invarianti e passivi. Corto circuito e circuito aperto. Interruttori. Collegamento in serie e parallelo di resistori. Diodi.	Frontale ed Esercitazione	3h

---

*Generatori ideali di tensione e di corrente. Collegamento in serie e parallelo di generatori ideali. Generatori reali di tensione e di corrente. Generatori pilotati. Bipoli capacitivi. Condensatore lineare e tempo invariante: relazione tensione corrente; energia immagazzinata. Bipoli induttivi. Induttore lineare e tempo invariante: relazione tensione corrente; energia immagazzinata. Collegamento in serie e parallelo di condensatori e induttori.*

- |   |   |                              |    |
|---|---|------------------------------|----|
| 3 | <p><b>Reti in regime stazionario:</b> Reti lineare e tempo invariante. Rami, nodi, maglie di una rete. Grafo associato ad una rete. Grafo orientato. Leggi di Kirchhoff. Teorema di Tellegen. Partitore di tensione e di corrente. Resistenza equivalente. Trasformazioni stella-triangolo e triangolo-stella. Equivalenza tra generatori reali di corrente e di tensione. Bilancio incognite/equazioni. Risoluzione di una rete. Metodi di risoluzione di reti lineari e non lineari. Principio di sostituzione. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teorema di Thevenin. Teorema di Norton. Metodo dei potenziali nodali. Metodo delle correnti di maglia. Metodi modificati. Teorema di Millman. Massimo trasferimento di potenza.</p>   | Frontale ed<br>Esercitazione | 8h |
| 4 | <p><b>Reti in regime dinamico nel dominio del tempo:</b> Richiami sulle equazioni differenziali e integro-differenziali. Operatore D. Circuito del I ordine. Circuiti RC e RL in evoluzione libera. Circuiti RC e RL con ingressi costanti. Circuiti del I ordine autonomi: valore iniziale e finale, metodo sistematico di analisi. Stabilità, transitorio e regime di un circuito del I ordine. Risposta ad ingressi costanti a tratti. Circuito del II ordine. Circuiti RLC in evoluzione libera. Circuiti RLC con ingressi costanti. Circuiti del II ordine autonomi: valore iniziale e finale, metodo sistematico di analisi. Stabilità, transitorio e regime di un circuito del II ordine. Ordine di un circuito. Cenni sui circuiti di ordine superiore. Applicazione dei metodi delle correnti di maglia e dei potenziali nodali per l'ottenimento delle equazioni differenziali ingresso-uscita.</p> | Frontale ed<br>Esercitazione | 8h |
| 5 | <p><b>Reti in regime Sinusoidale:</b> Richiami sui numeri complessi. Funzioni periodiche e loro proprietà. Funzioni alternate. Funzioni sinusoidali. Sinusoidi e fasori. Relazioni tensione-corrente nel dominio dei fasori. Impedenza e ammettenza. Regime sinusoidale. Metodi di risoluzione delle reti in regime sinusoidale. Metodo simbolico e vettoriale. Applicazione dei teoremi generali per la risoluzione delle reti in regime sinusoidale. Potenza in regime sinusoidale: potenza istantanea e media; valore efficace; potenza complessa: potenza attiva; potenza reattiva; potenza apparente. Conservazione della potenza complessa. Fattore di potenza. Massimo trasferimento di potenza. Regime periodico e aperiodico. Sovrapposizione della potenza.</p>   | Frontale ed<br>Esercitazione | 8h |
| 6 | <p><b>Risposta in Frequenza:</b> Funzioni di rete nel dominio della frequenza. Risposta in frequenza: risposta in ampiezza e in fase. Filtri: passa alto, passa basso, passa banda ed elimina banda. Distorsione di fase. Circuiti risonanti: fattore di qualità, larghezza di banda, banda passante e frequenze di taglio. Risposta ad un ingresso periodico.</p>  | Frontale ed<br>Esercitazione | 4h |
-

7	<b>Circuiti con accoppiamento magnetico:</b> Trasformatore ideale. Trasformazione di impedenza. Teorema di Miller. Analisi di circuiti con trasformatori ideali. Autotrasformatore ideale. Induttori accoppiati. Analisi di circuiti con induttori accoppiati. Trasformatore reale.	Frontale ed Esercitazione	2h
8	<b>Circuiti trifase:</b> Generatori di corrente alternata. Motori in corrente alternata. Sistema trifase di forze elettromotrici. Sistema simmetrico diretto di tensioni. Grandezze di fase e grandezze di linea. Sistema a tre e a quattro fili e conduttore di neutro. Potenza istantanea. Espressioni della potenze attiva, reattiva, apparente e complessa per il caso equilibrato.	Frontale	2h
9	<b>Reti lineari in regime dinamico nel dominio di Laplace:</b> Trasformata di Laplace: definizione, proprietà, trasformate canoniche. Antitrasformata di Laplace. Funzioni razionali fratte. Antitrasformata di Laplace di funzioni razionali fratte. Relazioni tensione-corrente nel dominio di Laplace. Applicazione dei teoremi generali per la risoluzione delle reti nel dominio di Laplace. Risposta libera e forzata; frequenze naturali. Stabilità. Funzione di trasferimento. Funzioni di rete nel dominio di Laplace. Risposta impulsiva. Risposta al gradino. Diagrammi asintotici di Bode.	Frontale ed Esercitazione	8h
10	<b>Doppi bipoli:</b> Rete a due porte. Rappresentazione parametrica dei doppi bipoli. Modelli circuitali dei doppi bipoli. Equivalenza tra doppio bipolo a T e doppio bipolo a $\pi$ . Circuito equivalente del trasformatore reale.	Frontale ed Esercitazione	3h
11	<b>Cenni di sicurezza elettrica:</b> Ruolo dell'interruttore differenziale negli impianti di bassa tensione di tipo domestico e similare.	Frontale	1h
12	<b>Fisica dei semiconduttori:</b> Semiconduttori intrinseci e drogati. Fenomeno della diffusione. Giunzione p-n. Il diodo a giunzione.	Frontale	1h
13	<b>Circuiti a diodi:</b> Caratteristiche del diodo. Il diodo come elemento circuitale. Modello del diodo lineare a tratti. Circuiti raddrizzatori a semplice e a doppia semionda. Ponte a diodi. Raddrizzatori con filtro capacitivo. Circuiti cimatori. Circuiti logici a diodi. Logica positiva e negativa. Porte OR, porte AND.	Frontale	2h
14	<b>Transistor a giunzione:</b> Principio di funzionamento del transistor bipolare a giunzione (BJT). Fenomeno della diffusione. Transistori npn e pnp. Principi di funzionamento dei transistor a effetto di campo (JFET). Polarizzazione dei transistori. Il punto di funzionamento nelle tre regioni delle caratteristiche. Le rette di carico statica e dinamica. Vari circuiti di polarizzazione. Stabilità termica.	Frontale ed Esercitazione	4h
15	<b>Amplificatori a BJT e a FET:</b> Amplificatori in bassa frequenza. Modello del transistor a parametri ibridi per piccoli segnali. Amplificatore a emettitore comune. Amplificatore a collettore comune. Amplificatore a base comune. Amplificatori a più stadi. Amplificatori a FET. Amplificatore differenziale. Amplificazione di corrente in corto circuito di uno stadio a emettitore comune. Risposta in frequenza degli amplificatori. Risposta in frequenza di uno stadio amplificatore a emettitore comune. Inseguitore di emettitore ad alta frequenza. Risposta in frequenza di un	Frontale ed Esercitazione	6h

*amplificatore multistadio.*

- |    |  |                              |    |
|----|--|------------------------------|----|
| 16 | <b>Amplificatore operazionale:</b> Amplificatore operazionale ideale. Amplificatori operazionale nella configurazione invertente, non invertente. Circuito sommatore. Circuito integratore. Circuito derivatore. Amplificatore operazionale reale. Risposta in frequenza dell'amplificatore operazionale. Modello dell'operazionale reale.   | Frontale ed<br>Esercitazione | 6h |
| 17 | <b>Circuiti digitali a transistori e Sistemi digitali:</b> Porte NOT, AND, OR a transistori. Circuiti logici DTL. Circuiti logici TTL. Caratteristiche elettriche dei circuiti digitali elementari. Esempi di reti combinatorie. Sistemi digitali. Demultiplexer. Decodificatori. Multiplexer. Codificatori. Multivibratori bistabili (FLIP FLOP). Comparatori. Contatori binari, contatori avanti e indietro. Convertitori digitali analogici e viceversa. Misure di frequenza con contatori. | Frontale                     | 3h |
| 18 | <b>Display elettronici:</b> Principi di funzionamento dei più comuni tipi di display usati nei moderni aeromobili, inclusi i: tubi a raggi catodici, i diodi ad emissione luminosa ed i display a cristalli liquidi. Dispositivi sensibili all'elettricità elettrostatica. Trattamento specifico dei componenti sensibili alle scariche elettrostatiche. Consapevolezza dei rischi e dei possibili danni, dispositivi di protezione antistatici personali e per componenti.                    | Frontale                     | 1h |

#### Risultati di apprendimento (descrittori di Dublino)

I risultati di apprendimento attesi sono definiti secondo i parametri europei descritti dai cinque descrittori di Dublino.

1. **Conoscenza e capacità di comprensione (*knowledge and understanding*):** Lo studente, al termine del corso, conoscerà le tecniche e le metodologie necessarie per affrontare lo studio delle reti elettriche e dei circuiti elettronici, le nozioni relative al principio di funzionamento fisico dei principali dispositivi elettronici e i concetti base dell'Elettronica digitale.
2. **Conoscenza e capacità di comprensione applicate (*Applying knowledge and understanding*):** Lo studente, al termine del corso, sarà in grado di individuare e utilizzare le opportune metodologie per l'analisi delle reti elettriche e dei circuiti elettronici. Sarà capace di comprendere il corretto funzionamento dei processi che li caratterizzano e di sostenere argomentazioni relative all'impiego di questi.
3. **Autonomia di giudizio (*making judgements*):** Lo studente, al termine del corso, acquisirà le conoscenze che gli permetteranno di confrontare varie soluzioni ad uno stesso problema di analisi di una rete elettrica o di un circuito elettronico e di giudicare quale sia la soluzione più idonea avendo anche consapevolezza critica dei limiti di funzionamento dei modelli reali delle reti elettriche e dei circuiti elettronici.
4. **Abilità comunicative (*communication skills*):** Lo studente, al termine del corso, sarà capace di discutere su tematiche inerenti all'elettrotecnica e all'elettronica utilizzando una terminologia tecnica appropriata nell'ambito della disciplina per esporre in maniera chiara e rigorosa i propri concetti.
5. **Capacità di apprendere (*learning skills*):** Lo studente, al termine del corso, sarà in grado di affrontare lo studio dei principali argomenti che riguardano l'elettrotecnica e l'elettronica. Inoltre, potrà utilizzare le conoscenze e le metodologie acquisite per il proseguimento del proprio percorso con un elevato grado di autonomia.

Testi per lo studio della disciplina

**Per la parte riguardante Elettrotecnica:**

Testi principali: R. Perfetti, "Circuiti Elettrici", Zanichelli.

**Per la parte riguardante Fondamenti di Elettronica:**

Testi principali: Millman, Halkias, "Microelettronica", Boringhieri

Sedra, Smith "Circuiti per la microelettronica" Ed. Ingegneria 2000

**Materiale didattico a disposizione degli studenti:**

Dispense fornite dal docente. Tutto il materiale adoperato a lezione viene condiviso con gli studenti.

**Testi di riferimento EASA Part 66:**

TTS – Integrated Training System - Module 3. Electrical Fundamentals for EASA part-66.

TTS – Integrated Training System - Module 4. Electronic Fundamentals for EASA part-66.

TTS – Integrated Training System - Module 5. Digital Techniques Electronic Instruments Systems for EASA part-66.

---

**Modalità di accertamento delle competenze**

L'accertamento delle competenze apprese dagli studenti sarà espletato, in un'unica giornata, mediante un unico colloquio orale di durata indicativamente pari a 1 ora. La partecipazione all'esame avviene secondo le procedure di prenotazione stabilite dalla Facoltà. In caso di necessità gli studenti saranno ripartiti in più giornate secondo un calendario stilato il giorno stesso dell'appello o se possibile sulla base delle prenotazioni pervenute. In tal caso la calendarizzazione sarà opportunamente pubblicata sulla pagina web del Corso di Laurea. Il colloquio verterà sia su aspetti teorici che applicativi del corso. Per quanto concerne gli aspetti teorici questo si baserà sulla discussione delle principali tematiche inerenti ad argomenti affrontati durante il corso. Mentre, per quanto concerne gli aspetti applicativi, la discussione della parte pratica prevederà l'accertamento delle conoscenze acquisite mediante la risoluzione di esercizi sui seguenti argomenti:

- ✓ Reti in regime stazionario, dinamico e sinusoidale;
- ✓ Risposta in frequenza e nel dominio di Laplace;
- ✓ Doppi bipoli;
- ✓ Amplificatori a BJT, a FET e operazionali.

L'obiettivo della prova d'esame è la verifica del livello di conoscenze, competenze e abilità raggiunte dagli studenti come indicato dai descrittori di Dublino. La valutazione del colloquio è espressa in trentesimi e la prova di esame si intende superata con una votazione minima di 18/30 quando lo studente dimostra:

- ✓ Minima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati;
- ✓ Limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione degli esercizi proposti;
- ✓ Sufficiente capacità espositiva.

La votazione di 30/30, eventualmente con lode, è assegnata quando lo studente dimostra:

- ✓ Ottima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati;
- ✓ Ottima capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione degli esercizi proposti;
- ✓ Eccellente capacità espositiva:

La prova di esame si intende non superata se lo studente mostra un livello insufficiente di conoscenza e comprensione degli argomenti trattati e non dimostra una sufficiente capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione degli esercizi proposti.

---

**Date di esame**

Le date di esami saranno pubblicate sulla pagina web del corso di laurea:

<https://www.unikore.it/index.php/it/ingegneria-aerospaziale-esami/calendario-esami>

---

**Modalità e orario di ricevimento**

Gli orari di ricevimento saranno pubblicati sulla pagina personale del docente:  
<http://www.unikore.it/index.php/ingegneria-informatica-persone/docenti-del-corso/itemlist/category/1553-maniscalco>

---

<sup>i</sup> PO (professore ordinario), PA (professore associato), RTD (ricercatore a tempo determinato), RU (Ricercatore a tempo indeterminato), DC (Docente a contratto).