



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria ed Architettura

Anno Accademico 2022/2023

Corso di studi in Ingegneria Aereospaziale, classe di laurea L9

Insegnamento	Elettrotecnica e Fondamenti di Elettronica
CFU	9
Settore Scientifico Disciplinare	ING-IND/31
Nr. ore di aula	72
Nr. ore di studio autonomo	153
Nr. ore di laboratorio	0
Mutuazione	No
Annualità	2 Anno
Periodo di svolgimento	II Semestre

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

Propedeuticità	Nessuna
Prerequisiti	Conoscenze di Matematica e Fisica
Sede delle lezioni	Facoltà di Ingegneria e Architettura – Laboratorio M.A.R.T.A.

#### Orario delle lezioni

L'orario delle lezioni sarà pubblicato sull'Agenda WEB dell'Università degli Studi di Enna "Kore"  
[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/)

#### 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.

#### Contenuti del Programma

N.	ARGOMENTO	TIPOLOGIA	DURATA
1	<i>Introduzione allo studio dei Circuiti Elettrici: 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.</i>	Frontale	1h
2	<i>Elementi circuitali: 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. Generatori ideali e reali di tensione e di corrente. Generatori</i>	Frontale	3h

*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 bipoli.*

- |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|
| 3 | <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.                         | Frontale | 9h |
| 4 | <b>Reti in regime dinamico nel dominio del tempo:</b> Richiami sulle equazioni differenziali e integro-differenziali. Operatore $D$ . Risposta libera e forzata; Frequenze naturali e stabilità; Transitorio e regime; Ordine di un circuito; Circuito del I ordine: circuiti RC e RL in serie e parallelo; circuiti del I ordine autonomi, stabilità, transitorio e regime. Circuito del II ordine: circuiti RLC in serie e parallelo, circuiti del II ordine autonomi, stabilità, transitorio e regime di un circuito del II ordine. 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.                                           | Frontale | 8h |
| 5 | <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. | Frontale | 8h |
| 6 | <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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Frontale | 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 | 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	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	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 (FET). 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	4h
15	<b>Amplificatori a BJT e a FET:</b> Amplificatori in bassa frequenza. Modello del transistor a parametri ibridi per piccoli segnali. Amplificatore ad emettitore comune, a collettore comune e 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 amplificatore multistadio.	Frontale	6h
16	<b>Amplificatore operazionale:</b> Amplificatore operazionale ideale. Amplificatori operazionale nella configurazione invertente, non invertente. Circuito sommatore. Circuito integratore. Circuito derivatore. Amplificatore operazionale	Frontale	6h

---

reale. Risposta in frequenza dell'amplificatore operazionale.  
Modello dell'operazionale reale.

- |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|
| 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.  
C. Alexander, M. Sadiku, G. Gruosso, G. Storti Gajani "Circuiti Elettrici" VI ed. McGrawHill 2022.

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

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

**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.

---

**Metodi e strumenti per la didattica**

La didattica dell'insegnamento sarà erogata mediante lezioni frontali per quanto riguarda l'acquisizione delle conoscenze teoriche e mediante lo sviluppo di esercizi per quanto concerne l'acquisizione delle conoscenze applicative. La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata.

---

**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;
- ✓ Trasformatori e doppi bipoli;
- ✓ Diodi, Transistor e Amplificatori.

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 sull'Agenda WEB dell'Università degli Studi di Enna "Kore"  
[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/)

---

**Modalità e orario di ricevimento**

Gli orari di ricevimento saranno pubblicati sulla pagina personale del docente:

<https://unikore.it/cdl/ingegneria-aerospaziale/persona-e-regolamenti/vincenzo-maniscalco/>

---

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