



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2022/2023
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2024/2025
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA BIOMEDICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	FONDAMENTI DI ELETTRONICA
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	10657-Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	03472
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	STIVALA SALVATORE Professore Associato Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	3
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>STIVALA SALVATORE</b> Giovedì 15:00 17:00 viale delle Scienze, Ed. 9 (ex-DEIM), Il piano

<p><b>PREREQUISITI</b></p>	<p>Conoscenze delle tecniche di analisi dei circuiti a parametri concentrati in regime sinusoidale e impulsivo, acquisite nel corso di Elettrotecnica. Buona conoscenza del calcolo vettoriale e fasoriale. Conoscenze di base del calcolo differenziale ed integrale. Conoscenze relative agli insegnamenti di Analisi matematica, Geometria, Chimica, Fisica I e II.</p>
<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p>	<p><b>CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRESIONE</b> L'allievo, al termine del corso, avra' acquisito conoscenza e capacita' di comprensione relativamente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• i principi fisici su cui si basano fenomeni elettronici;</li> <li>• il principio di funzionamento e le caratteristiche fondamentali dei dispositivi e circuiti elettronici di piu' comune impiego, con particolare riferimento all'ambito biomedico e alle telecomunicazioni;</li> <li>• una visione sistematica del circuito elettronico;</li> <li>• il contesto scientifico multidisciplinare che abbraccia i settori dell'Ingegneria Industriale e dell'Ingegneria dell'Informazione.</li> </ul> <p><b>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b> L'allievo, al termine del corso, sara' in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificare, formulare e analizzare le problematiche fondamentali connesse con l'impiego dei circuiti elettronici, utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati</li> <li>• analizzare i fenomeni, i circuiti ed i sistemi Elettronici</li> <li>• conoscere le grandezze fisiche e la terminologia dell'Elettronica</li> <li>• comprendere l'utilizzo dei circuiti elettronici nell'ambito biomedico</li> </ul> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Lo studente acquisira' l'autonomia necessaria per impiegare correttamente i circuiti elettronici elementari, sia analogici che digitali. Grazie all'approccio metodologico acquisito durante il corso, egli potra' esprimere giudizio autonomo sulle problematiche ad essi connesse.</p> <p><b>ABILITA' COMUNICATIVE</b> Lo studente sara' in grado di: acquisire la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'elettronica; conoscere le grandezze fisiche e la terminologia dell'Elettronica; di sostenere conversazioni su tematiche attuali che riguardano i circuiti elettronici; di discorrere con competenza su tematiche legate all'elettronica anche con non addetti ai lavori.</p> <p><b>CAPACITA' D'APPRENDIMENTO</b> L'allievo sara' in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• affrontare lo studio dei sistemi elettronici;</li> <li>• riconoscere la necessita' dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita;</li> <li>• effettuare ricerche bibliografiche in maniera autonoma sui sistemi elettronici;</li> <li>• leggere in maniera autonoma un testo specialistico e di comprenderlo;</li> <li>• seguire seminari e workshop di elettronica e comprendere le relazioni orali e gli atti pubblicati.</li> </ul>
<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p>	<p>Prove in itinere o Prova scritta, Prova Orale.</p> <p>La valutazione dell'apprendimento verra' effettuata mediante prove in itinere durante tutto il corso ed una prova orale finale. Le prove in itinere verteranno sugli argomenti del corso. In alternativa, lo studente che non raggiunge la sufficienza (minimo 18/30) nelle prove in itinere, dovra' affrontare una prova scritta finale, che riguardera' anch'essa gli argomenti del corso. Anche in questo caso, il voto minimo per la sufficienza sara' 18/30. La prova orale sara' volta ad accertare il possesso delle competenze e delle conoscenze disciplinari previste. Piu' in dettaglio, l'esaminando dovra' rispondere a domande su argomenti svolti durante il corso, con riferimento ai testi consigliati. Per ognuno di tali argomenti, lo studente dovra', anzitutto, inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validita'. Infine, dovra' esporre l'argomento con proprieta' di linguaggio e fluidita' di trattazione analitica. Obiettivo della verifica finale consiste nel valutare se lo studente abbia una buona conoscenza e comprensione dei dispositivi, dei circuiti e dei sistemi elettronici di base e delle possibili implementazioni in applicazioni di interesse per l'Ingegneria Biomedica. Al termine della prova orale, la Commissione di esame comunica allo studente se l'esame e' stato superato. In caso di superamento dell'esame, la Commissione attribuisce allo studente un voto secondo la logica illustrata dalla seguente tabella sinottica:</p> <p><b>VALUTAZIONE (VOTO): CARATTERISTICHE DIMOSTRATE DALL'ESAMINANDO</b></p>

	<p>Eccellente (30 - 30 e lode): Ottima conoscenza degli argomenti trattati, ottima proprietà di linguaggio tecnico, buona capacità analitica, lo studente è pienamente in grado di applicare, in autonomia, le conoscenze acquisite per risolvere i problemi proposti;</p> <p>Molto Buono (26 - 29): Buona padronanza degli argomenti trattati, piena proprietà di linguaggio tecnico, lo studente è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere i problemi proposti;</p> <p>Buono (24 - 25): Conoscenza di base dei principali argomenti trattati, discreta proprietà di linguaggio tecnico, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti;</p> <p>Soddisfacente (21 - 23): Non ha la piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento, ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio tecnico, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;</p> <p>Sufficiente (18 - 20): Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;</p> <p>Insufficiente ( / ): Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'Insegnamento.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Analisi del sistema elettronico complesso e sua ripartizione in moduli funzionali. Lo studente apprenderà funzioni e caratteristiche dei vari sottomoduli, con riferimento ad applicazioni in ambito sia analogico che digitale.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>- R. J. Jaeger, T. N. Blalock, "Microelettronica", V edizione - McGraw-Hill - ISBN: 978-88-386-9462-2</p> <p>- R. J. Jaeger, T. N. Blalock, "Microelectronic Circuit Design", 5th Edition - McGraw-Hill - ISBN: 978-0-07-352960-8</p> <p>- A. S. Sedra, K. C. Smith, "Circuiti per la microelettronica" - V edizione - Edizioni EdiSES - ISBN: 978-8833190549</p>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	INTRODUZIONE ALL'ELETTRONICA. Classificazione dei segnali elettronici: segnali digitali; segnali analogici; conversione A/D e D/A. Spettro di frequenza dei segnali elettronici.
3	ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO. Impurità di tipo donatore e di tipo accettore nel silicio. Concentrazione degli elettroni e delle lacune, mobilità e resistività nei semiconduttori estrinseci. Correnti di diffusione e di deriva.
6	DIODO A STATO SOLIDO E CIRCUITI A DIODI. Il diodo a giunzione pn. Caratteristica i-v del diodo. L'equazione del diodo. Diodo in polarizzazione inversa, nulla e diretta. Diodo a barriera Schottky. Analisi dei circuiti a diodi. Raddrizzatori a semionda, a doppia semionda, a ponte a doppia semionda. Fotodiodi, celle solari e diodi emettitori di luce.
8	TRANSISTORI A EFFETTO DI CAMPO. MOSFET a canale n e a canale p. Caratteristiche i-v. Regione di triodo e regione di saturazione. Modulazione della lunghezza di canale. Effetto body. Polarizzazione del MOSFET.
8	IL TRANSISTORE BIPOLARE A GIUNZIONE (BJT). Struttura del BJT. Il modello del trasporto del transistor npn. Il transistor pnp. Caratteristiche i-v di uscita e di trasferimento. Regioni di funzionamento. Polarizzazione del BJT.
14	CIRCUITI PER LE APPLICAZIONI LOGICHE. Introduzione all'elettronica digitale. Porte logiche. Livelli logici e margini di rumore. Risposta dinamica di una porta logica. Famiglie logiche NMOS e CMOS e loro proprietà: interfacciamento, tempistiche e potenza dissipata. Logiche combinatorie (sommatori, moltiplicatori, multiplexer) e sequenziali (latch, flip-flop, contatori, registri, macchine a stati finiti). Memorie a semiconduttore (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH, SRAM, DRAM). Cenni di dispositivi logici programmabili (PLA, FPGA architettura e programmazione).
12	SISTEMI ANALOGICI E AMPLIFICATORI OPERAZIONALI. Amplificatori. Modelli a doppio bipolo. L'amplificatore operazionale. Circuiti con amplificatori operazionali ideali. Funzione di trasferimento e risposta in frequenza. Modelli di piccolo segnale e amplificazione lineare. Amplificatori a singolo transistor. Amplificatori invertenti (circuiti a emettitore comune e a source comune), circuiti inseguitori (amplificatori a collettore comune e a drain comune) e amplificatori non invertenti (circuiti a base comune e a gate comune). Amplificatori differenziali e operazionali.
ORE	Esercitazioni
3	Caratteristica tensione-corrente del diodo a giunzione. Effetti capacitivi. Circuiti contenenti uno o più diodi. Tempi di commutazione del diodo.
3	Raddrizzatore a singola e a doppia semionda. Raddrizzatore a ponte di diodi. Diodo Zener. Caratteristica e parametri. Funzionamento del diodo Zener come regolatore di tensione: tensione di Zener, potenza massima e corrente minima. Diodo tunnel. Effetto tunnel.

<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
15	Dispositivi a 3 terminali: MOSFET e BJT. Reti di polarizzazione e schemi equivalenti dinamici.
6	Funzioni circuitali: amplificazione e adattatore di impedenza. Connessioni Cascode e Darlington. Operazionali.