



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA ELETTRONICA
INSEGNAMENTO	AUTOMATIC DESIGN OF ELECTRONIC CIRCUITS
TIPO DI ATTIVITA'	D
AMBITO	10432-A scelta dello studente
CODICE INSEGNAMENTO	21982
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/01
DOCENTE RESPONSABILE	PARISI ANTONINO Ricercatore a tempo determinato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	102
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	48
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	PARISI ANTONINO Martedì 14:00 15:00 Laboratorio LOOX - terzo piano Ed. 9, oppure su Microsoft Teams; in entrambi i casi previa prenotazione tramite Portale Studenti Giovedì 14:00 15:00 Laboratorio LOOX - terzo piano Ed. 9, oppure su Microsoft Teams; in entrambi i casi previa prenotazione tramite Portale Studenti Venerdì 11:00 13:00 Laboratorio LOOX - terzo piano Ed. 9, oppure su Microsoft Teams; in entrambi i casi previa prenotazione tramite Portale Studenti

PREREQUISITI	Conoscenza delle basi dell'Elettrotecnica e dell'Elettronica, acquisite con lo studio degli insegnamenti omonimi svolti nel corso di Laurea di che trattasi.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE: Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito una buona conoscenza degli algoritmi su cui si basano i moderni simulatori circuitali (software ECAD) per il progetto hardware di circuiti elettronici, anche complessi. Avra' anche acquisito padronanza nella selezione (ed, ove necessario, capacita' di sviluppo autonomo) dei modelli di dispositivi attivi e passivi elementari, compatibili con tali tecniche, sia nel dominio del tempo che della frequenza. Avra' infine acquisito i rudimenti di base per l'efficace applicazione di tecniche di minimizzazione numerica e di analisi statistica nell'ottimizzazione assistita da calcolatore delle prestazioni o della resa in produzione del circuito in esame. Per il raggiungimento di questi obiettivi, il corso comprende lezioni frontali ed esercitazioni al calcolatore. Per la verifica di questi obiettivi, l'esame comprende una discussione sugli argomenti del programma. A scelta dello studente, sarà possibile anche lo sviluppo di una tesina applicativa. CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Lo studente avra' acquisito conoscenze e metodologie sufficienti per analizzare e risolvere problemi progettuali, anche complessi, nell'ambito dell'Elettronica circuitali, sia analogica che digitale. A tal fine, sara' in grado di utilizzare, in modo corretto ed affidabile, i potenti strumenti software ECAD a disposizione sul mercato. Cio' gli permettera' di affrontare lo sviluppo di sistemi innovativi, eventualmente in team con specialisti di settori affini. Tali competenze forniranno anche una buona base per l'approfondimento di tecniche ECAD avanzate e dedicate, ad esempio, alla simulazione (multi)fisica o elettromagnetica per sistemi integrati e/o microonde. Per il raggiungimento di questi obiettivi, il corso prevede: esercitazioni in aula ed esercizi per casa; la preparazione di relazioni sulle simulazioni svolte. Per la verifica di questi obiettivi, l'esame comprende una discussione sulle simulazioni svolte e le relative relazioni. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo studente avra' maturato un sufficiente capacita' di giudizio nel valutare la validita' o meno delle simulazioni eseguite con gli specifici modelli matematici utilizzati al posto dei dispositivi e circuiti elettronici reali, svolgendo cosi' un compito essenziale all'interno del flusso progettuale assistito da calcolatore che caratterizza ormai la maggioranza dei processi produttivi di hardware elettronico. Sara' anche in grado di selezionare gli opportuni interventi correttivi, in caso di problemi eventualmente evidenziatisi. Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende lezioni ed esercitazioni sulla progettazione assistita da calcolatore. Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende una discussione su aspetti progettuali. ABILITA' COMUNICATIVE TECNICHE: Lo studente sara' in grado di comunicare con competenza e proprieta' di linguaggio specifici del settore ECAD. Potra' quindi partecipare ed interagire costruttivamente con altri specialisti del ramo o di rami affini, all'interno di team di ricerca e sviluppo nei vari ambiti di applicazione del progetto circuitali elettronico, anche in contesti altamente specializzati. Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende discussioni in aula e dibattiti guidati sulle tematiche affrontate. Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende una prova orale sugli argomenti del corso e l'esposizione delle eventuali relazioni scritte prodotte. CAPACITA' D'APPRENDIMENTO: Lo studente avra' rinforzata l'attitudine ad affrontare in modo analitico, mediante l'impiego di modelli matematici di complessita' adeguata alla bisogna e strumenti software appropriati (commerciali o dedicati), la soluzione di problemi ingegneristici applicando tecniche di "Computer-Aided Design" studiate, non solo di tipo elettronico-circuitali. Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende: lezioni frontali;

	esercitazioni teoriche e simulate. Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende: discussione sugli argomenti del programma, sulle esercitazioni svolte ed - eventualmente - sulla relazione scritta relativa alla tesina (opzionale).
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La verifica dell'apprendimento si basa su di un colloquio orale in cui viene accertata la conoscenza di alcuni degli argomenti dell'Insegnamento, come da relativo Programma ufficiale. Ciò può comprendere anche l'utilizzo pratico (al calcolatore) dei software di simulazione utilizzati per le esercitazioni in aula. Qualora lo studente abbia optato per lo svolgimento (opzionale) di una tesina, la prova orale comprenderà la presentazione - da parte dello studente - dell'elaborato e delle relative simulazioni al calcolatore. Sulla base del colloquio svolto (e dell'eventuale "tesina"), viene proposto allo studente il voto finale dell'esame svolto, seguendo la logica illustrata dalla seguente tabella sinottica: VALUTAZIONE (VOTO) CARATTERISTICHE DIMOSTRATE DALL'ESAMINANDO: Eccellente (30 - 30 e lode) Ottima conoscenza degli argomenti trattati, ottima proprietà di linguaggio tecnico, buona capacità analitica, lo studente è in pienamente in grado di applicare, in autonomia, le conoscenze acquisite per risolvere i problemi proposti; 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; 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; 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; 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; Insufficiente (/) Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'Insegnamento.
OBIETTIVI FORMATIVI	Obiettivo dell'Insegnamento è quello di fornire le competenze di base inerenti ai principali argomenti inerenti alla Progettazione Assistita da Calcolatore (Computer-Aided Design) dei circuiti Elettronici analogici. Tale competenze si fondano sulla fusione delle conoscenze degli algoritmi e dei metodi numerici utilizzati dai software di simulazione circuitale (nel dominio del tempo e della frequenza), della modellistica nonlineare dinamica dei dispositivi a stato solido di uso comune (transistori bipolari ed unipolari) e delle tecniche numeriche di "ottimizzazione" (metodi di minimizzazione multi-criterio e multi-dimensionali). Tale studio viene focalizzato a guadagnare una competenza operativa dell'impiego dei programmi di simulazione più comuni presenti sul mercato e basati su varianti del ben noto programma SPICE, utilizzato come riferimento ECAD primario in tutto l'arco dell'Insegnamento.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'insegnamento in questione si articola in lezioni frontali ed esercitazioni. Vista la natura applicativa dell'Insegnamento in questione, durante le esercitazioni, ma talora anche nel corso delle lezioni frontali, viene fatto un uso di ausili didattici interattivi, in particolare l'utilizzo di programmi software per la progettazione circuitale assistita da calcolatore (ECAD - Electronic Computer Aided Design). Tale approccio consente al Docente di mostrare - a breve distanza temporale dalla presentazione della teoria - l'applicazione pratica della stessa al contesto progettuale, con l'obiettivo di rendere il più possibile "realistico" l'argomento trattato, dato che l'utilizzo di strumenti ECAD permette di non essere vincolati a iper-semplificazioni (ad esempio basate su approcci solo analitici) della complessità dei fenomeni che caratterizzano il funzionamento dei sistemi elettronici odierni, specie se operanti ad alta frequenza/velocità. Per tale motivo, la suddivisione fra lezioni ed esercitazioni è spesso "flessibile" e non vincolata a giorni/orari specifici fissi nella settimana. Si può anche sottolineare come l'utilizzo di tali software di simulazione non sia limitata al solo docente ma anzi, nel corso delle esercitazioni e anche nelle ore di studio personale, sia previsto l'uso da parte degli studenti stessi di versioni gratuite (freeware) degli strumenti software ECAD sopra citati, in modo da

	renderli progressivamente sempre piu' autonomi nel loro utilizzo, cosicche, gia' al momento della prova finale di verifica opzionale (vedi sotto), ma poi anche in Insegnamenti successivi o fin dall'inizio dell'attivita' professionale, essi siano in grado di sfruttare appieno tali strumenti per un rapido e positivo sviluppo dei problemi loro assegnati.
TESTI CONSIGLIATI	A. Vladimirescu: "Guida a SPICE", McGraw-Hill, 1995, ISBN: 883863405X [in Italiano], ovvero A. Vladimirescu: "The SPICE Book", Wiley, 1994, ISBN: 0471609269 [in Inglese] J. Vlach, K. Singhal: "Computer methods for circuit analysis and design", 1st. Ed., Van Nostrand, 1983, ISBN: 0442281080 [preferito] ovvero J. Vlach, K. Singhal: "Computer methods for circuit analysis and design", 2nd Ed., Kluwer, 1993, ISBN: 0442011946 [seconda scelta] Ulteriori sussidi didattici a cura del docente (distribuiti in formato elettronico).

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione all'Insegnamento: metodi, obiettivi e logistica
2	Generalita' sul progetto elettronico assistito da calcolatore
2	Metodi circuitali e numerici applicati al CAD elettronico
4	Algoritmi di analisi "computer-oriented" del funzionamento statico di circuiti nonlineari
7	Algoritmi di analisi "computer-oriented" del funzionamento dinamico nel dominio del tempo (transitorio) di circuiti lineari e nonlineari
2	Algoritmi di analisi "computer-oriented" del funzionamento dinamico nel dominio del tempo (regime) di circuiti lineari e nonlineari
4	Algoritmi di analisi "computer-oriented" nel dominio della frequenza (regime) di circuiti lineari e nonlineari
6	Modellistica "simulation-oriented" (analitica e numerica) di dispositivi a semiconduttore (diodi, BJT, JFET, MOSFET ed OPAMP)
1	Simulazioni elettro-termiche e di rumore assistite da calcolatore
2	Metodi statistici applicati al progetto Elettronico (metodo Monte Carlo)
5	Tecniche di ottimizzazione numerica applicate al progetto Elettronico
ORE	Esercitazioni
12	Esempi ed esercizi sull'applicazione pratica degli algoritmi e dei metodi illustrati a lezione, utilizzando software ECAD gratuito (Microcap-12, UCB-SPICE 2G6/3F5, etc.)