UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2020/2021
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2021/2022
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA ELETTRONICA
INSEGNAMENTO	DISPOSITIVI ELETTRONICI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50287-Ingegneria elettronica
CODICE INSEGNAMENTO	02647
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/01
DOCENTE RESPONSABILE	BUSACCA ALESSANDRO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	153
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	72
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	**BUSACCA ALESSANDRO** Lunedì 16:00 18:00 Laboratorio U 330

DOCENTE: Prof. ALESSANDRO BUSACCA

PREREQUISITI	Conoscenze delle tecniche di analisi dei circuiti a parametri concentrati in regime impulsivo e sinusoidale acquisite nel corso di Elettrotecnica. Buona conoscenza del calcolo vettoriale e fasoriale. Conoscenze di base del calcolo differenziale ed integrale. Conoscenze relative ai moduli di Analisi matematica, Geometria, Fisica I e II.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: •Lo studente al termine del Corso avra' conoscenza delle proprieta' dei materiali semiconduttori e del funzionamento dei dispositivi a semiconduttore. In particolare lo studente sara' in grado di comprendere problematiche quali le funzioni espletate dai dispositivi nei circuiti nelle varie modalita' di funzionamento, e le tecnologie di fabbricazione di dispositivi sia discreti, sia integrati. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: • Lo studente sara' in grado di applicare le proprie conoscenze sul funzionamento dei semiconduttori e dei dispositivi: a) per la caratterizzazione dei materiali semiconduttori; b) per la soluzione di semplici problemi circuitali propri dell'ingegneria elettronica con la finalita' di ottenere specifiche prestazioni (amplificazione del segnale, semplici funzioni digitali, etc..); c) per l'analisi di circuiti contenenti dispositivi elettronici, applicando appropriati metodi e modelli analitici. Autonomia di giudizio: • Lo studente sara' in grado di interpretare le specifiche fornite dalle case costruttrici dei dispositivi; sara' in grado di raccogliere i dati necessari alla valutazione delle prestazioni e di interpretare i risultati della valutazione confrontando i parametri degli stessi; infine, sara' in grado di collezionare i dati necessari alla progettazione delle applicazioni piu' comuni dei dispositivi. Abilita' comunicative: • Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare ed esprimere in progetti di gruppo problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni su tematiche riguardanti la scelta dei materiali semiconduttori e dei dispositivi per scopi specifici, di evidenziare problemi relativi ai limiti del loro funzionamento e di offrire soluzioni. Capacita' d'apprendimento: • Lo studente avra' appreso le interazioni tra la fisica dei dispositivi ed il loro impiego nelle applicazioni piu' comuni e questo gli consentira' di proseguire gli studi ingegneristici nel settore dell'elettronica con maggiore autonomia ed discernimento.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prove in itinere o Prova scritta, Prova Orale 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 argomenti del corso. Anche in questo caso, il voto minimo per la sufficienza sara' 18/30. La prova finale orale consiste nella richiesta agli studenti di trattare alcuni argomenti svolti a lezione dal docente del corso. 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 Elettronica. 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 sulla base dei seguenti criteri di valutazione: a) livello di conoscenza degli argomenti oggetto della prova orale, e autonomia nella capacita' di interconnessione di tali argomenti con gli altri trattati durante il corso (90% del voto finale attribuito; b) livello raggiunto nella capacita' di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito).
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso fornisce le conoscenze di base sul funzionamento e sulle caratteristiche dei dispositivi elettronici a semiconduttore che trovano impiego nell'elettronica analogica e digitale.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio
TESTI CONSIGLIATI	•R.S.Muller and T.I.Kamins, Device electronics for integrated circuits (John Wiley, 1977). •G. Giustolisi e G. Palumbo, Introduzione ai dispositivi elettronici (Franco Angeli,

	2005)

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione all'Elettronica nell'ambito della Classe di Ingegneria dell'Informazione.
1	Fisica dell'atomo. Stati energetici e bande di energie nei solidi
5	Semiconduttori. Portatori mobili e concentrazioni in condizioni di equilibrio termico. Processo di conduzione per drift. Mobilita. Processo di diffusione e corrente di diffusione. Condizioni di non equilibrio. Equazione della diffusione. Tempo di vita delle cariche minoritarie
4	Caratterizzazione dei semiconduttori. Giunzione p-n in equilibrio ed in presenza di polarizzazione. Caratteristica tensione-corrente del diodo a giunzione. Effetti capacitivi. Circuiti contenenti uno o piu' diodi. Tempi di commutazione del diodo.
4	Alimentatori: schema a blocchi. 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. Caratteristica tunnel e combinazione di questa con la caratteristica normale. Resistenza negativa. Punti di stabilita' e di instabilita.
2	Giunzioni Metallo-Semiconduttore: diagramma a bande, capacita' di barriera e metodi per ricavare l'andamento del drogaggio con misure di capacita. Diodi Schottky. Giunzioni M-S ohmiche
1	Tecnologie dei materiali semiconduttori. Crescita epitassiale e tecnologia planare. Tecniche fotolitografiche. Diffusioni delle impurita' ed impiantazione ionica.
4	Dispositivi a 3 terminali: FET e BJT. Vari tipi di FET: JFET, MESFET e MOSFET. Analisi e caratteristiche del JFET. Reti di polarizzazione, schema equivalente dinamico e funzioni circuitali.
6	Struttura MOS: diagramma a bande. Analisi e funzionamento del MOSFET. Reti di polarizzazione, schema equivalente dinamico e funzioni circuitali. Tecnologia CMOS: l'invertitore logico.
9	Transistore BJT: caratteristiche d'ingresso e di uscita a BC e a EC. Parametri del BJT. Effetto Early. Reti di polarizzazione. Schemi equivalenti dinamici in bassa e in alta frequenza. Funzioni circuitali con stadi a BJT: amplificazione e adattatore di impedenza. Connessioni Cascode e Darlington.
2	Schemi di polarizzazione per circuiti integrati. Specchi di corrente e coppia differenziale.

ORE	Esercitazioni
6	Caratterizzazione dei semiconduttori. Giunzione p-n in equilibrio ed in presenza di polarizzazione. Caratteristica tensione-corrente del diodo a giunzione. Effetti capacitivi. Circuiti contenenti uno o piu' 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. Caratteristica tunnel e combinazione di questa con la caratteristica normale. Resistenza negativa. Punti di stabilita' e di instabilita.
9	Dispositivi a 3 terminali: FET e BJT. Vari tipi di FET: JFET, MESFET e MOSFET. Analisi e caratteristiche del JFET. Reti di polarizzazione, schema equivalente dinamico e funzioni circuitali.
6	Transistore BJT: caratteristiche d'ingresso e di uscita a BC e a EC. Parametri del BJT. Effetto Early. Reti di polarizzazione. Schemi equivalenti dinamici in bassa e in alta frequenza. Funzioni circuitali con stadi a BJT: amplificazione e adattatore di impedenza. Connessioni Cascode e Darlington.

ORE	Laboratori
3	Esercitazione con diodi
6	Esercitazione con dispositivi a 3 terminali