FACOLTÀ	INGEGNERIA
ANNO ACCADEMICO	2013-2014
CORSO DI LAUREA	Ingegneria Elettronica
INSEGNAMENTO	Dispositivi Elettronici
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Ingegneria Elettronica
CODICE INSEGNAMENTO	02647
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-INF/01
DOCENTE RESPONSABILE	Alessandro BUSACCA Professore Associato
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	115
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	110
PROPEDEUTICITÀ	Matematiche e Fisiche (Consigliate)
ANNO DI CORSO	II
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa
METODI DI VALUTAZIONE	Prova Orale, Prova Scritta, Prove settimanali
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Secondo semestre
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Tutti i giorni dal lunedì al venerdì, un'ora prima della lezione

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

- Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle proprietà dei materiali semiconduttori e del funzionamento dei dispositivi a semiconduttore. In particolare lo studente sarà in grado di comprendere problematiche quali le funzioni espletate dai dispositivi nei circuiti nelle varie modalità di funzionamento, e le tecnologie di fabbricazione di dispositivi sia discreti, sia integrati.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Lo studente sarà 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 finalità 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 sarà in grado di interpretare le specifiche fornite dalle case costruttrici dei dispositivi; sarà in grado di raccogliere i dati necessari alla valutazione delle prestazioni e di interpretare i risultati della valutazione confrontando i parametri degli stessi; infine, sarà in grado di collezionare i dati necessari alla progettazione delle applicazioni più comuni dei dispositivi.

Abilità comunicative

- Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere in progetti di gruppo problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà 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.

Capacità d'apprendimento

- Lo studente avrà appreso le interazioni tra la fisica dei dispositivi ed il loro impiego nelle applicazioni più comuni e questo gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici nel settore dell'elettronica con maggiore autonomia ed discernimento.

OBIETTIVI FORMATIVI DEL CORSO

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.

	DISPOSITIVI ELETTRONICI
ORE FRONTALI	ARGOMENTI LEZIONI FRONTALI
1	Introduzione all'Elettronica nell'ambito della Classe di Ingegneria dell'Informazione.
3	Balistica dell'elettrone e sistemi di deflessione degli elettroni
1	Fisica dell'atomo. Stati energetici e bande di energie nei solidi
6	Semiconduttori. Portatori mobili e concentrazioni in condizioni di equilibrio termico. Processo di conduzione per drift. Mobilità. Processo di diffusione e corrente di diffusione. Condizioni di non equilibrio. Equazione della diffusione. Tempo di vita delle cariche minoritarie
5	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 più diodi. Tempi di commutazione del diodo
5	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 stabilità e di instabilità.
2	Giunzioni Metallo-Semiconduttore: diagramma a bande, capacità di barriera e ,metodi per ricavare l'andamento del drogaggio con misure di capacità. Diodi Schottky. Giunzioni M-S ohmiche
1	Tecnologie dei materiali semiconduttori. Crescita epitassiale e tecnologia planare. Tecniche fotolitografiche. Diffusioni delle impurità ed impiantazione ionica.
3	Dispositivi optoelettronici: fotodiodi e celle solari (assorbimento di radiazione) e LED e LASER (emissione spontanea ed emissione stimolata).

	Caratteristiche e funzionamento
3	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.
3	Struttura MOS: diagramma a bande. Analisi e funzionamento del MOSFET. Reti di polarizzazione, schema equivalente dinamico e funzioni circuitali. Tecnologia CMOS: l'invertitore logico.
12	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.
1	Schemi di polarizzazione per circuiti integrati. Specchi di corrente e coppia differenziale.
3	Transistore in funzionamento in commutazione. Transitori di chiusura e di apertura. Tempo di storage. Diodi p-n-p-n. Stati stabili. Raddrizzatori controllati al silicio (SCR). Applicazioni al controllo della potenza sul carico.
2	Display a plasma ed a cristalli liquidi: funzionamento e caratteristiche. I materiali a memoria di forma: prestazioni e impieghi. Nuovi materiali per dispositivi elettronici SiC, GaN. Cenni ai dispositivi di memoria. Varie tipologie di memoria. RAM, ROM, di scrittura/lettura. Cella di memoria a CMOS; bistabilità.
ARGOMENTO ESERCITAZIONI	
5	Balistica dell'elettrone e sistemi di deflessione degli elettroni
1	Fisica dell'atomo. Stati energetici e bande di energie nei solidi

10	Semiconduttori. Portatori mobili e concentrazioni in condizioni di equilibrio termico. Processo di conduzione per drift. Mobilità. Processo di diffusione e corrente di diffusione. Condizioni di non equilibrio. Equazione della diffusione. Tempo di vita delle cariche minoritarie.
11	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 più diodi. Tempi di commutazione del diodo
6	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 stabilità e di instabilità.
8	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.
12	Struttura MOS: diagramma a bande. Analisi e funzionamento del MOSFET. Reti di polarizzazione, schema equivalente dinamico e funzioni circuitali. Tecnologia CMOS: l'invertitore logico.
16	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	Transistore in funzionamento in commutazione. Transitori di chiusura e di apertura. Tempo di storage. Diodi p-n-p-n. Stati stabili. Raddrizzatori controllati al silicio (SCR). Applicazioni al controllo della potenza sul carico.
TESTI CONSIGLIATI	<p>S. Riva Sanseverino, G. Lullo: Dispense disponibili sul sito del CCS.</p> <p>A.S. Sedra, K.C. Smith: Circuiti per la Microelettronica. Ed. Edisys, 2005</p> <p>Testi di consultazione</p> <ul style="list-style-type: none"> • J.Millman and C.Halkias, Electronic devices and circuits (ISE McGraw Hill, 1967). • J.Millman and C.Halkias, Integrated electronics (ISE McGraw Hill, 1972). • R.S.Muller and T.I.Kamins, Device electronics for integrated circuits (John Wiley, 1977). • E.S.Yang, Fundamentals of semiconductor devices (McGraw Hill, 1978). • S.M.Sze, Dispositivi a semiconduttore (Hoepli, 1991). • J.Millman and A.Grabel, Microelettronica (McGraw Hill, Italia, 1994). • K.F Brennan, Introduction to Semiconductor Devices (Cambridge, UK, 2005)