



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2018/2019

Dispositivi elettronici (I4E)

- Lozzi Luca - Stornelli Vincenzo -

(Aggiornato il 23-02-2019)

Contenuti del corso (abstract del programma):

Elementi di meccanica quantistica, cristallografia, struttura a bande, teoria del trasporto elettronico, tecniche di stato solido, fisica dei semiconduttori, giunzioni tra semiconduttori, principali dispositivi elettronici a stato solido, Modelli CAD dei dispositivi.

Programma esteso:

Cenni di meccanica quantistica alla base della struttura della materia. Classificazione dei solidi. Cristalli perfetti e reticolo di Bravais, i reticoli cubici e cenni sugli altri reticolo tridimensionali. Struttura cristallina dei semiconduttori gruppo IV e III-V. Il reticolo reciproco, la I zona di Brillouin. La struttura a bande nei solidi: metalli, semiconduttori ed isolanti, superficie di Fermi, massa efficace, dinamica degli elettroni in meccanica quantistica. Fisica dei semiconduttori, semiconduttori reali, modello semplificato, occupazione degli stati, buche ed elettroni, semiconduttori drogati, misura del drogaggio, trasporto nei semiconduttori, misura di caratteristiche dei semiconduttori, giunzione p-n, regione di svuotamento, caratteristica corrente-tensione. Cenni sulle eterostrutture. Giunzione metallo semiconduttore. La struttura metallo ossido semiconduttore. Il circuito equivalente del diodo a giunzione p-n. Modellizzazione delle caratteristiche corrente-tensione e carica-tensione, in condizioni di bassa ed alta iniezione. Comportamento in regime di commutazione. Il modello di SPICE. Il transistor bipolare: cariche e correnti in condizioni statiche e dinamiche. Caratteristiche corrente-tensione e carica-tensione. Comportamento in regime di commutazione. I modelli per SPICE. La struttura Metallo-Ossido-Semiconduttore come condensatore. Comportamento a bassa e ad alta frequenza. Il transistor ad effetto di campo del tipo Metallo-Ossido-Semiconduttore. Caratteristiche corrente-tensione e carica-tensione. MOSFET complementari. Scalatura e cenni di nanoelettronica. Il modello di SPICE del MOSFET. Memorie flash: struttura fisica, comportamento e modellizzazione. Eterogiunzioni e semiconduttori compositi. Super-reticoli. Dispositivi elettronici ad eterogiunzione: il transistor bipolare (HBT) ed il transistor ad effetto di campo (HEMT). Diodi ad emissione di luce: giunzioni p-n ed eterogiunzioni. Guadagno ottico. Fotodiodi: struttura e principi di funzionamento. I diodi PIN e APD. Cenni sulle celle solari. Fotomoltiplicatori (PMT e SiPM). Simulazione su base fisica: equazione del trasporto di Boltzmann, modelli ed algoritmi. Accoppiamento con il campo elettromagnetico. Laboratorio: Misura delle caratteristiche del diodo a giunzione p-n (Gummel plot) . Semplici circuiti con diodi LED e fotodiodi .

Modalità d'esame:

Prova orale

Risultati d'apprendimento previsti:

Conoscenze avanzate sulle proprietà dei principali dispositivi a stato solido con un forte approfondimento sulle basi fisiche del loro funzionamento.

Link al materiale didattico:

<http://sites.google.com/site/corsipasqualecarelli/>

Testi di riferimento:

S.M. Sze, Semiconductor devices: physics and technology, J. Wiley & Sons, 2002

B.G. Streetman, Solid State Electronic Devices, Prentice Hall

H. Ibach-H. Luth, Solid State Physics, Springer

K. Krane, Modern Physics, John Wiley & Sons

F. Ciccacci, Fondamenti di Fisica Atomica e Quantistica, EdiSES

ISBN:9788879597159

I testi di Ciccacci e Krane mostrano il passaggio dalla meccanica classica a quella quantistica e contengono gli elementi di base della meccanica quantistica, propedeutici agli argomenti successivi. Il testo Ibach-Luth contiene tutti gli argomenti sulla fisica dello stato solido, illustrata nella 1a parte del corso. Il testo Streetman contiene sia un'ampia discussione sulla fisica dello stato solido che di diversi dispositivi. Di entrambi i testi vi sono diverse edizioni, alcune disponibili nelle biblioteche dell'Ateneo.