

**SCHEDA DATI PER OFFERTA FORMATIVA PUBBLICA DI CUI AL PUNTO 1.2  
DELLA CIRCOLARE MINISTERIALE N° 187 DELL'11 GIUGNO 2008**

<b>Insegnamento:</b> <b>Modulo di:</b> <b>n° crediti/n° ore</b> <b>Docente titolare:</b> <b>Qualifica</b> <b>SSD di appartenenza</b> <b>Struttura di afferenza</b> <b>Telefono</b> <b>e-mail</b> <b>Orario di ricevimento</b> <b>Sito web docente</b>	Corso Integrato di Bioelettronica Elettronica dei dispositivi 5 CFU/50 ore Annalisa Bonfiglio Professore di 2° fascia ING-INF/01 DIEE 070 6755764 <a href="mailto:annalisa@diee.unica.it">annalisa@diee.unica.it</a> su appuntamento <a href="http://www.diee.unica.it/eolab3">http://www.diee.unica.it/eolab3</a>
<b>Curriculum scientifico</b>	<p><b>Prof. Annalisa BONFIGLIO</b> received the laurea degree in Physics at the University of Genova, in 1991 and the Ph.D. degree in Bioengineering in 1996 from the Politecnico di Milano. In 1996 she joined the Department of Electrical and Electronic Engineering , University of Cagliari, as assistant professor. Current research interests are in the field of Organic semiconductors based devices (field effect transistors and sensors), field effect silicon sensors, technologies for e-textiles.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Barbaro, A. Bonfiglio, L. Raffo, “A Charge-Modulated FET for Detection of Biomolecular Processes: Conception, Modeling and Simulation”, <i>IEEE Transactions on Electron Devices</i>, 2006, Vol. 53, No. 1, January 2006, pp. 158-166</li> <li>2. M. Barbaro, A. Bonfiglio, L. Raffo, A. Alessandrini, P. Facci, I. Barak “A CMOS, fully integrated sensor for electronic detection of DNA hybridization”, <i>IEEE Electron Devices Letters</i>, 27, 595-597, 2006.</li> <li>3. I. Manunza, A. Sulis, A. Bonfiglio “Pressure sensing by flexible, organic, field effect transistors”, <i>Applied Physics Letters</i>, 89, 143502:1-3, 2006 (selected for publication on the Virtual Journal of Nanoscale Science and Technology of the American Institute of Physics and the American Physical Society)</li> <li>4. I. Manunza, A. Sulis , A. Bonfiglio, “Pressure and strain sensing using a completely flexible organic transistor”, <i>Biosensors &amp; Bioelectronics</i>, 22, 2775-2779, (2007)</li> <li>5. S. Locci, M. Morana, E. Orgiu, <u>A. Bonfiglio</u>, “Modeling of short channel effects in organic thin film transistors”, <i>IEEE Transactions on Electron Devices</i>, <b>55</b>, 2561-2567, 2008</li> </ol>
<b>Contenuto schematico del corso di insegnamento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Proprieta' fisiche dei semiconduttori             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cenni alla meccanica quantistica: il modello energetico di un atomo</li> <li>- Dall'atomo ai cristalli: il modello a bande di energia, popolazione delle bande, livello di Fermi, statistica di Fermi-Dirac</li> <li>- classificazione dei materiali in base alla loro conducibilita': metalli, semiconduttori, isolanti</li> <li>- Semiconduttori intrinseci ed estrinseci; mobilita', legge</li> </ul> </li> </ol>

	<p>dell'azione di massa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffusione, Legge di Einstein</li> </ul> <p>2) La giunzione PN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- generalita': struttura e distribuzione dei campi elettrici interni, diagramma a bande all'equilibrio, tensione intrinseca</li> <li>- soluzione dell'equazione di Poisson nei casi brusco e a gradiente lineare</li> <li>- Caratteristica C-V; Equazione I-V nel caso ideale</li> <li>- Non idealita': influenza delle dimensioni dei lati della giunzione, effetti di generazione-ricombinazione, effetti di Resistenza delle regioni neutre e di alto livello di iniezione</li> <li>- Breakdown della giunzione</li> <li>- Circuiti equivalenti: concetto di piccolo segnale, linearizzazione delle curve caratteristiche</li> </ul> <p>3) I contatti metallo-semiconduttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- generalita': struttura, diagramma a bande all'equilibrio, classificazione delle interfacce in base alle energie</li> <li>- Contatto Schottky: definizione di altezza di barriera, analisi dei campi elettrici interni e della distribuzione di carica, derivazione della caratteristica corrente-tensione, caratteristica C-V; deviazione dall'idealita'</li> <li>- Classificazione delle interfacce: effetti chimico-fisici</li> <li>- Caso ohmico, concetto di Resistenza specifica</li> </ul> <p>4) I transistor a effetto di campo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il transistor come dispositivo attivo: funzionalita' dei transistor, effetto di campo</li> <li>- Struttura MOS: analisi del diagramma a bande, distribuzione di carica, soluzione dell'equazione di Poisson, distribuzione interna dei potenziali; caratteristiche Capacita' –Tensione</li> <li>- MOSFET: analisi del comportamento fisico, derivazione dell'equazione della corrente, caratteristica C-V, modello circuitale equivalente.</li> </ul> <p>5) Circuiti a diodi e a transistor</p> <p>Semplici esempi e soluzione dei circuiti</p>
<p><b>Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)</b></p>	<p><b>Obiettivi formativi specifici dell'insegnamento</b></p> <p>Obiettivo del corso e` fornire allo studente informazioni sulla fisica di base e sul funzionamento di semplici dispositivi elettronici. Partendo dalle conoscenze della fisica lo studente dovra` essere in grado di comprendere il comportamento fisico dei piu` importanti dispositivi elettronici (diodi e transistori). Indicatore conoscenza e capacita` di comprensione</p> <p>Il corso mira a promuovere nello studente la comprensione dei meccanismi di base per il funzionamento dei dispositivi elettronici con l'obiettivo di applicare questi concetti all'esame di qualunque tipo di dispositivo, basato su analoghe proprieta` dei materiali.</p> <p>Indicatore capacita` di applicare la conoscenza e capacita` di</p>

	<p>comprensione  Il corso prevede un congruo numero di esercitazioni mirate ad abituare lo studente ad applicare a casi pratici le conoscenze teoriche acquisite.</p> <p>Indicatore autonomia di giudizio  Il corso si propone di illustrare allo studente un metodo di analisi fisica, la cui validità viene testata anche mediante domande a risposta multipla che dovrebbero evidenziare l'acquisita autonomia da parte dello studente nell'applicare le conoscenze acquisite in modo critico.</p> <p>Indicatore abilità comunicative  Gli argomenti del programma vengono ampiamente discussi e viene valutata nello studente, al momento dell'esame, la capacità di sostenere oralmente una discussione delle problematiche connesse al corso</p> <p>Indicatore capacità di apprendere autonomamente  L'impostazione dell'esame è prevalentemente metodologica: i singoli dispositivi (i più usati in microelettronica) vengono presentati come casi di applicazione di una teoria più generale che può venire applicata anche a casi diversi. Nello studente, soprattutto a livello di prova di esame orale, viene valutata la capacità di applicare le conoscenze acquisite anche a casi applicativi differenti rispetto a quelli presentati a lezione.</p>																					
<b>Articolazione del corso</b>	<table border="1" data-bbox="600 1070 1433 1666"> <thead> <tr> <th data-bbox="600 1070 876 1111">Argomento</th> <th data-bbox="876 1070 1155 1111">Ore lezione</th> <th data-bbox="1155 1070 1433 1111">Ore esercitazione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="600 1111 876 1223">Proprietà fisiche dei semiconduttori</td> <td data-bbox="876 1111 1155 1223">12</td> <td data-bbox="1155 1111 1433 1223">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 1223 876 1294">La giunzione PN</td> <td data-bbox="876 1223 1155 1294">12</td> <td data-bbox="1155 1223 1433 1294">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 1294 876 1406">I contatti metallo-semiconduttore</td> <td data-bbox="876 1294 1155 1406">4</td> <td data-bbox="1155 1294 1433 1406">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 1406 876 1478">I transistor a effetto di campo</td> <td data-bbox="876 1406 1155 1478">8</td> <td data-bbox="1155 1406 1433 1478">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 1478 876 1590">Circuiti a diodi e transistor</td> <td data-bbox="876 1478 1155 1590">2</td> <td data-bbox="1155 1478 1433 1590">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="600 1590 876 1666">Totale</td> <td data-bbox="876 1590 1155 1666">38</td> <td data-bbox="1155 1590 1433 1666">12</td> </tr> </tbody> </table>	Argomento	Ore lezione	Ore esercitazione	Proprietà fisiche dei semiconduttori	12	0	La giunzione PN	12	4	I contatti metallo-semiconduttore	4	2	I transistor a effetto di campo	8	6	Circuiti a diodi e transistor	2	0	Totale	38	12
Argomento	Ore lezione	Ore esercitazione																				
Proprietà fisiche dei semiconduttori	12	0																				
La giunzione PN	12	4																				
I contatti metallo-semiconduttore	4	2																				
I transistor a effetto di campo	8	6																				
Circuiti a diodi e transistor	2	0																				
Totale	38	12																				
<b>Propedeuticità</b>	Consigliate: Fisica 1 e 2																					
<b>Anno di corso e semestre</b>	3° anno, 1° sem																					
<b>Testi di riferimento</b>	<p>L. Colombo, "Elementi di struttura della materia", Hoepli Editore, Milano</p> <p>M. Guzzi, "Principi di fisica dei semiconduttori", Hoepli Editore, Milano</p> <p>S. M. Sze, "Dispositivi a semiconduttore, comportamento fisico e tecnologia", Hoepli</p> <p>R.S. Muller, T.I. Kamins, "Dispositivi elettronici nei circuiti integrati", Bollati Boringhieri</p>																					

	G. Ghione, "Dispositivi per la microelettronica", McGraw-Hill Addison-Wesley Modular Series on Solid State Devices (sono una serie di volumi in inglese, ciascuno dedicato ad un particolare dispositivo)
<b>Modalità di erogazione dell'insegnamento</b>	Tradizionale
<b>Modalità di frequenza</b>	facoltativa
<b>Metodi di valutazione</b>	Prova scritta/prova orale
<b>Calendario prove d'esame</b>	<a href="https://webstudenti.unica.it/esse3/ListaAppelliOfferta.do;jsessionid=5BB9895F4434F3A7ACF11F5CE763DD3F">https://webstudenti.unica.it/esse3/ListaAppelliOfferta.do;jsessionid=5BB9895F4434F3A7ACF11F5CE763DD3F</a>
<b>Organizzazione della didattica</b>	50 ore di cui 38 di lezione e 12 di esercitazione