

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Elettronica Organica e Biologica

Organic and Biological Electronics

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	Scienza e Tecnologia dei Materiali (LM-Sc.Mat)
Codice	8068724	Canale	Unico
CFU	8	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Thomas M. Brown

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI Il corso di Elettronica Organica e Biologica ha lo scopo principale di dare allo studente le basi dei dispositivi optoelettronici, della scienza, dei materiali, delle tecnologie e delle applicazioni basate su semiconduttori organici o ibridi organico/inorganico (es. OLED, Celle Solari, E-Paper, OTFT). Inoltre, parte del corso introdurrà le tecnologie optoelettroniche utilizzate nell'industria della bioinformatica per la rivelazione o sequencing genetico. L'elettronica organica o ibrida (anche conosciuta come "stampata" o "plastica") sta conoscendo un grosso sviluppo a livello internazionale ed è stata identificata dagli organi della Comunità Europea come molto importante (e su cui investire) in quanto l'Europa è già all'avanguardia in questo settore. Alcune applicazioni sono già in commercio (come gli schermi OLED) ed altre (E-Paper, celle solari) sotto sviluppo in linea pilota di varie realtà industriali europee con progetti dimostrativi commerciali. La parte sui dispositivi optoelettronici per la rivelazione di geni o DNA si colloca anch'esso in un settore dagli ampi sviluppi futuri come la parte hardware della bio-informatica. Questo corso darà allo studente gli strumenti necessari per capire il funzionamento dei dispositivi e come vengono progettate le applicazioni in questi due settori in forte crescita a livello internazionale. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE Il corso si prefigge di fare acquisire agli studenti una conoscenza ampia di tematiche nel campo dell'elettronica organica e biologica arricchita anche da esperienze pratiche di laboratorio. Nel preparare la tesina sotto forma di presentazione, gli studenti acquisiranno la capacità di elaborare in autonomia approfondimenti e percorsi avanzati in tale ambito che si riferiscono allo stato dell'arte nella ricerca e nelle applicazioni industriali. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE L'asse su cui si sviluppa il programma è il seguente: scienza, materiali, tecnologie, dispositivi, applicazioni. La vera comprensione da parte dello studente avviene quando riesce a mettere insieme e trovare le relazioni tra tutti gli aspetti per arrivare al design e funzionamento dell'applicazione finale. In questo i "case studies" proposti durante il corso, in particolari concentrati sulle applicazioni, insieme alle esperienze pratiche e
----------	--

	all'approfondimento su di una tematica a scelta, aiuteranno a creare le connessioni tra le varie parti in modo tale che lo studente possa, non solo comprendere il design esposto a lezione, ma immaginarne e progettarne di nuovi a seconda delle esigenze o di valutazioni di requisiti tecnici nuovi che possono incontrare. AUTONOMIA GIUDIZIO Lo studio e la presentazione finale di una tesina in gruppi di studenti aiuteranno lo studente a identificare in autonomia il contesto scientifico ed applicativo della tematica scelta, a poter scegliere i percorsi di ricerca e dello stato dell'arte più rilevanti e importanti. Li aiuterà altresì a trovare e utilizzare criticamente i risultati della letteratura scientifica per valutare quali caratteristiche e qualità siano le più adatte per la loro esposizione e anche quali siano le tecnologie, materiali e applicazioni elettroniche più tecnologicamente e industrialmente di interesse attuale e futuro. ABILITÀ COMUNICATIVE Agli studenti viene richiesto di non solo rispondere criticamente alle domande dell'esame orale ma preparare una relazione sintetica, sotto forma di presentazione, di una tematica da approfondire in un gruppo di lavoro composto da più studenti. Essendo il corso frequentato da studenti provenienti due (o più) corsi di studi, durante il corso viene consigliato di formare gruppo di lavoro dal background scientifico diverso (e.g. ingegneria elettronica e scienza e tecnologia dei materiali) e di preparare se possibile la presentazione in lingua inglese in modo da poter anche potenzialmente estendere la comunicazione ad un ambiente internazionale. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO La fusione di lezioni frontali, esperienze di laboratorio, e la preparazione di una tesina di approfondimento sono indicate a promuovere la mente dello studente di questo corso ad essere flessibile e al rapido apprendimento di nuovi concetti e metodi, sia teorici che sperimentali anche in gruppi di lavoro.
English	LEARNING OBJECTIVES The main aim of the course in Organic and Biological Electronics is to provide students with the fundamentals of optoelectronic devices, the science, the materials and technologies based on organic and hybrid semiconductors. In addition, the course will introduce some of the optoelectronic technologies used in bioengineering for genetic detection and sequencing. Organic and hybrid (also known as "printed" or "plastic") electronics is experiencing major international development efforts and has been identified by the European Community as very important field to invest in because Europe is already at the forefront in this field. Some applications are already massively on the market (such as OLEDs in mobile phone displays) and others starting in niche markets and/or still under development in various industrial pilot or manufacturing lines in Europe (E-Paper, solar cells). The part of the course covering optoelectronic devices for the detection of genes also represents a strongly expanding field with many future developments (e.g. the hardware for bio-informatics). This course will give students the tools required to understand how the devices work and how the applications are designed and operate in both of these two sectors that are experiencing strong growth worldwide. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING The course aims to provide students with a broad knowledge of topics in the field of organic and biological electronics, also enriched by practical laboratory experiences. In preparing the short dissertation in the form of a presentation, they will acquire the ability to develop

	in-depth investigation and advanced knowledge that relate to the state of the art in research and industrial applications in this field. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING The axis on which the program is developed is as follows: science, materials, technologies, devices, applications. The student's true understanding occurs when he or she manages to put together and find the relationships between all aspects to arrive at grasping the design and operation of the final application. The case studies proposed during the course, in particular focused on applications, together with practical experiences and in-depth analysis on a chosen topic, will help to create links between the various parts so that the students can not only understand the design exposed in class but imagine and design new ones according to the needs or assessments of new technical requirements that they may encounter. MAKING JUDGEMENTS The study, and the final presentation of a small dissertation in work groups of students, will help students to identify independently the scientific and applicative context of the chosen topic, to be able to choose the most relevant and important research and state of the art paths. It will also help them to find and critically use the results of scientific literature to assess which features and qualities are the most suitable for their exposure and also which technologies, materials and electronic applications are more technologically and industrially of current and future interest. COMMUNICATION SKILLS Students are asked not only to critically respond to the questions during the oral exam but to prepare a small dissertation, in the form of a presentation, of a topic to be explored in a work group composed of several students. As the course is attended by students coming from two (or more) degree courses, they are advised to form a working group with different scientific backgrounds (e.g. electronic engineering and materials science and technology) and to prepare the presentation in English if possible in order to potentially extend communication to an international audience. LEARNING SKILLS. The combination of lectures, laboratory experiences, and the preparation of a presentation to delve in a particular topic are indicated to promote the mind of the student of this course to be flexible and to the rapid learning of new concepts and methods, both theoretical and experimental, even in small study groups.
--	---

PREREQUISITI

<i>Italiano</i>	Laurea di primo livello
<i>English</i>	BA degree (Laurea di primo livello)

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

<i>Italiano</i>	La tecnologia dell'optoelettronica organica o ibrida si basa su nuovi materiali semiconduttori basati su composti del carbonio come molecole organiche o polimeri o su materiali ibridi organici/inorganici (es. perovskiti). Questi materiali possono essere sintetizzati in modo da controllarne diverse proprietà semiconduttive utili per applicazioni come la luminescenza (LED), il trasporto e la mobilità di carica (transistor), l'assorbimento
-----------------	--



	di luce (photodiodes e celle fotovoltaiche), e la modulazione di tali proprietà dovute a sollecitazioni esterne (es. sensori di gas e pressione). Inoltre questi materiali non solo hanno una flessibilità meccanica intrinseca ma hanno anche la possibilità di essere depositati su larga area mediante semplici tecniche di evaporazione (es. per piccole molecole) o di stampa (es. per i polimeri solubili in solventi organici) come l'ink jet printing o la serigrafia sia su substrati rigidi che flessibili. È per questo che tale tecnologia è anche conosciuta come "plastic" o "printed" electronics. Dopo una introduzione alla chimica organica e alla descrizione quantistica delle molecole, dei composti organici e delle transizioni ottiche (circa il 16% dei CFU del corso), il corso esplicherà il funzionamento e le architetture dei dispositivi optoelettronici a semiconduttori organici o ibridi, in particolare gli Organic (o Polymer) Light Emitting Diodes (OLED, PLED) (circa il 25% dei CFU del corso insieme ai display), Organic Thin Film Transistors (OTFT) (circa il 9% dei CFU del corso insieme al E-Paper), Organic Solar Cells (OSC), e Perovskite Solar Cells (PSCs) (circa il 12.5% dei CFU del corso). Successivamente si studierà il funzionamento, la progettazione e le tecniche realizzative di applicazioni in via di sviluppo basate su questi dispositivi come i Flat Panel Displays OLED (oggi già in commercio come schermi di smart phones e anche televisioni), la carta elettronica (E-Paper- con il case study della Plastic Logic Ltd), e i moduli fotovoltaici. Una parte del corso verterà sui dispositivi e sui sistemi optoelettronici per il gene detection o rilevazione genetica (circa il 12.5% dei CFU del corso). Dopo una breve introduzione sui concetti basilari della biologia molecolare e della biotecnologia, il corso mostrerà come vengono progettati, costruiti e utilizzati i gene chip arrays mediante o tecniche fotolitografiche (usando come case study Affymetrix) o tecniche come l'ink jet printing. Un caso di studio sulla fibrosi cistica illustrerà un esempio dell'utilizzo e dell'importanza di questi chip. Una parte del corso sarà dedicata agli esperimenti di laboratorio in cui lo studente assisterà a dimostrazioni pratiche e imparerà metodi per la realizzazione di celle solari di nuova generazione e la loro caratterizzazione con simulatori solari per estrarre i parametri fondamentali (es. l'efficienza di conversione) o sotto luce monocromatica per studiare l'efficienza quantica esterna (EQE). Quindi una importante parte del corso (25% dei CFU del corso) sarà dedicata alla ricerca e approfondimento di tematiche scelte di volta in volta (inclusendo lezioni su ricerche bibliografiche, come dare presentazioni etc), per poi completare una tesina sotto forma di presentazione da parte dello studente su un argomento a scelta.
English	Organic and hybrid optoelectronic technology is based on new semiconductor materials based on carbon compounds such as organic small molecules or polymers or on organic/inorganic hybrids (e.g. perovskites). These materials can be chemically synthesized to tailor a variety of their semiconducting properties making them appealing for applications that require luminescence (LEDs), transport and charge mobility (transistors), the absorption of light (photovoltaic cells), and the modulation of such properties due to external stimuli (eg, photodetectors, gas and pressure sensors). In addition, these materials are mechanically flexible and have also the intrinsic ability to be deposited over large areas on both rigid and flexible substrates by simple evaporation (e.g. for small molecules) or by printing techniques (e.g. for polymers soluble in organic solvents) including ink jet or screen printing. This is why this field is also referred to as plastic or printed electronics. After an introduction on organic chemistry and on the quantum description of molecules and organic compounds and their optical transitions (absorption, fluorescence and phosphorescence) (16% of the CFUs of the course), the course will expound the operation

	of organic and hybrid semiconductor optoelectronic devices, in particular Organic (or Polymer) Light Emitting Diodes (OLEDs, PLEDs) (25% of the CFUs of the course together with displays), Organic Thin Film Transistors (OTFTs) (9% of the CFUs of the course together with E-paper), Organic Solar Cells (OSCs), and Perovskite Solar Cells (PSCs) (12.5% of the CFUs of the course). We will then study the design and the manufacturing techniques utilized in developing the applications based on these devices and how these applications operate. The course will illustrate Flat Panel OLED Displays (having substantial market today as screens of mobile phones and televisions), electronic paper (E-Paper - through the Plastic Logic Ltd case study), and photovoltaic modules. Part of the course will focus on the optoelectronic devices and systems for gene expression detection and sequencing (12.5% of the CFUs of the course). After a brief introduction on the basic concepts of molecular biology, the course then will show how gene chip arrays are designed, constructed and utilized using photolithographic (through the Affymetrix case study) or ink jet printing techniques. A case study on cystic fibrosis will illustrate an example of the utilization and importance of these chips. Part of the course will be devoted to experiments in the laboratory where the student will attend practical demonstrations and learn methods for the fabrication of new generation solar cells and their characterization under a solar simulator to extract the fundamental parameters (eg, conversion efficiency) or under monochromatic light to study the external quantum efficiency (EQE). Finally, an important part of the course (25% of the CFUs of the course) will be dedicated to the research and in-depth study of a new topic chosen each time (including lessons on bibliographic research, how to give presentations etc), to then complete a presentation by the students on a subject matter of their choice.
--	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Dispense del corso
English	Lecture notes

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Le lezioni saranno frontali in aula. Si parte dalla scienza (es. come films di molecole organiche possano avere proprietà semiconduttive), per poi arrivare al dispositivo (e.s. OLED) e la tecnologia (e.s. tecnica di fabbricazione) per poi finire al sistema applicazione (teoria dei colori, display a matrice). Si terranno inoltre lezioni sulle tecniche di fabbricazione con dimostrazioni pratiche sulla fabbricazione e misure di dispositivi optoelettronici a semiconduttori organici (in particolare celle solari) condotte nei laboratori CHOSE in seno all'Università degli Studi di Roma Tor Vergata. Il corso farà uso di vari case studies (e.g. Plastic Logic per E-paper, la fibrosi cistica per gene detection) per meglio far capire allo studente gli argomenti trattati, specialmente dal punto di vista di utilizzo e applicativo. Si formeranno inoltre gruppi in media da 2 persone per approfondire una tematica a scelta per la presentazione di tale argomento scelto. Si terranno quindi anche lezioni interattive su come cercare nei database, sulla struttura di articoli scientifici e su come dare una presentazione scientifica efficace
English	The course's lectures will be held in the lecture room. We start from the science (e.g. how films of organic molecules can possess semiconducting properties), then describe the device (e.g. OLED) and associated technologies (e.g. manufacturing techniques) and then finish

	with the application system (colour theory, matrix displays). Lessons on fabrication techniques with practical demonstrations on the manufacture and measurements of organic semiconductor optoelectronic devices (in particular solar cells) will be held at CHOSE laboratories within the University of Rome Tor Vergata. The course will make use of various case studies (e.g. Plastic Logic for E-paper, cystic fibrosis for gene detection) to better make the student understand the topics covered, especially from the point of view of use and application. Groups of two people on average will be formed to explore in more depth a topic of their choice for the preparation of a presentation on the subject matter chosen. In this context, interactive lectures will also be held on how to search databases, the structure of scientific articles and how to give an effective scientific presentation.
--	--

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza regolare del corso non è obbligatoria ma è molto consigliata al fine di facilitare l'apprendimento, specialmente per una materia che verte su tecnologie nuove dove non è presente ancora un libro di testo completo. Le lezioni sono svolte nelle aule della macroarea di Ingegneria. La sessione di laboratorio avverrà al CHOSE ed è fortemente consigliata perché si impareranno delle nozioni o tecniche che non è sempre possibile spiegare in aula.
English	The regular attendance of the course is not mandatory but it is highly recommended in order to facilitate learning, especially for a subject on new technologies where a comprehensive text book is still not present. Lessons are held in the lecture halls of the Engineering MacroArea. The laboratory session will be held at CHOSE and is strongly recommended because notions and techniques will be learned that are not always possible to explain in a lecture.

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☒ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Thomas M. Brown (Titolare), Andrea Reale, Francesca Brunetti
--

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La verifica finale sarà composta da due parti. Una parte sarà un esame orale sui contenuti del corso (peso sul voto finale 75%). L'altra parte sarà la presentazione (es. powerpoint) da parte del gruppo di studenti della tematica di approfondimento scelta concordata con il professore (peso sul voto finale 25%). Per il superamento dell'esame è richiesto un voto non inferiore a 18/30. La valutazione sarà effettuata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni.
----------	---

	• 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. • 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. • 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. • 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. • 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
English	The final exam will consist of two parts. A part will be an oral exam on the contents of organic and biological electronics explained by the professor during lectures (weight on the final mark 75%). The other part will be the presentation (e.g. powerpoint) by the group of students on the topic to explore in more depth previously agreed with the professor (weight on the final mark 25%). To pass the exam a minimum mark of 18/30 must be achieved. The exam will be assessed according to the following criteria: Not passed: important deficiencies and / or inaccuracy in knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalizations. • 18-20: knowledge and understanding of the topics just sufficient with possible imperfections; sufficient capacity for analysis, synthesis and autonomy of judgment. • 21-23: Routine knowledge and understanding of topics; Ability to correct analysis and synthesis with coherent logical argumentation. • 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analysis and synthesis skills with rigorously expressed arguments. • 27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; remarkable skills of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. • 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of the topics. Remarkable capacity for analysis and synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way.