

Principali informazioni sull'insegnamento / Course Details	
Titolo insegnamento	LABORATORIO DI OPTOELETTRONICA
Corso di studio / Course	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI
Crediti formativi / ECTS	10
English title	OPTOELECTRONICS LABORATORY
Obbligo di frequenza / Attendance	SI / Compulsory
Lingua di erogazione / Language	ITALIANO

Docente responsabile / Lecturer	Maurizio Dabbicco	maurizio.dabbicco@uniba.it
--	-------------------	----------------------------

Dettaglio CFU / ECTS	Ambito disciplinare	SSD	Crediti / ECTS
	Caratterizzante	FIS/01	10

Modalità di erogazione / Schedule	Periodo di erogazione / Semester	Anno di corso / Year	Modalità di erogazione / Lectures, Practice, Lab
	1° semestre	3°	Lezioni / Lectures (48h) Esercitazioni / Practice (30h) Laboratorio / Lab (30h)

Organizzazione della didattica / Attendance - Individual study	Ore totali / Gross hours	Ore di corso / Attendance	Ore di studio individuale / Individual study
	250	108	142

Calendario / Calendar	Inizio attività didattiche / Start	Fine attività didattiche / Finish
	Secondo Reg. Didattico / As programmed	Secondo Reg. Didattico / As programmed

Syllabus	
Obiettivi / Objectives	<p>Conoscenze di base sui materiali e i dispositivi utilizzati per l'optoelettronica, compresi gli strumenti di modellazione. Capacità di misurare le specifiche di alcuni dispositivi utilizzati in optoelettronica</p> <p><i>Basic knowledge of materials and devices used for optoelectronics, including modeling tools. Ability to measure the specifications of some devices used in optoelectronics</i></p>
Prerequisiti / Prior knowledge	<p>Circuiti lineari, onde elettromagnetiche, ottica lineare, ottica fisica, analisi matematica I, laboratorio di misure ottiche ed elettriche, fondamenti di analisi dati e calcolo numerico</p> <p><i>Linear circuits, electromagnetic waves, linear optics, physical optics, calculus I, basics of data analysis and numerical calculus, practice in optics and circuits laboratory</i></p>

<p>Risultati di apprendimento previsti / <i>Expected outcomes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione aspetti di base della fisica dei semiconduttori e delle loro applicazioni in optoelettronica per realizzare circuiti, sorgenti e rivelatori; proprietà ottiche dei materiali in optoelettronica, quali cristalli liquidi, fibre e guide d'onda; caratterizzazione e filtraggio di segnali ottici ed elettronici • Conoscenza e capacità di comprensione applicate all'utilizzo dei CAD ottici ed elettronici, dei codici di filtraggio e condizionamento dei segnali, degli strumenti di misura e diagnostica dei segnali ottici ed elettronici, di modelli per l'analisi dati • Autonomia di giudizio valutare la più adatta tra diverse possibili opzioni in termini di parametri esterni (costo, tempistica) e interni (efficacia, versatilità), definire livelli di soglia e criteri di confronto per la scelta tra opzioni diverse • Abilità comunicative sintetizzare in brevi report i risultati operativi delle misure, argomentare le scelte di design e di analisi per confronto con altre opzioni • Capacità di apprendere tramite confronto con altri gruppi di lavoro, autonomamente dalle fonti bibliografiche online, dall'analisi degli errori nella pratica di laboratorio <ul style="list-style-type: none"> • <i>Knowledge and understanding of fundamentals of semiconductor physics and their applications in optoelectronics (circuits, sources and detectors); optical properties of optoelectronic materials, such as liquid crystals, fibers and waveguides; characterization and filtering of optical and electronic signals</i> • <i>Knowledge and comprehension skills applied to the use of optical and electronic CAD, signal filtering and conditioning codes, measurement and diagnostic tools for optical and electronic signals, models for data analysis</i> • <i>Autonomy of judgment evaluate the most suitable among different possible options in terms of external parameters (cost, timing) and internal (effectiveness, versatility), define threshold levels and comparison criteria for choosing between different options</i> • <i>Communication skills summarize the operational results of the measurements in short reports, discuss the design and analysis choices against other options</i> • <i>Ability to learn by comparison with other work groups, independently from the online bibliographic sources, from the analysis of errors in laboratory practice</i>
<p>Contenuti in breve / <i>Summary of content</i></p>	<p>Materiali per l'optoelettronica (semiconduttori organici e inorganici, cristalli ottici, film sottili), dispositivi per l'optoelettronica (diodi, transistor e loro circuiti, LEDs, LASER, fotorivelatori), misura e filtraggio di segnali ottici ed elettrici (fasci laser e fotocorrenti)</p> <p><i>Optoelectronic materials (organic and inorganic semiconductors, optical crystals, thin films), optoelectronic devices (diodes, transistors and their circuits, LEDs, LASERS, photodetectors), measurement and filtering of optical and electrical signals (laser beams and photocurrents)</i></p>
<p>Programma in dettaglio / <i>Detailed content</i></p>	<p>Materiali trasparenti per l'optoelettronica: cristalli ottici, vetri, ossidi, film sottili e coating superficiali per l'optoelettronica, introduzione al CAD ottico, ottica parassiale e fasci gaussiani, polarizzazione e interazione della radiazione con materiali birifrangenti, ottica guidata: guide d'onda, fibre ottiche, confinamento fotonico: risonatori, microcavità e photonic</p>

	<p>bandgap, fotoni: proprietà statistiche e quantistiche della radiazione, sistemi ottici lineari, materiali conduttori per l'optoelettronica: semiconduttori organici e inorganici, il diodo a giunzione, introduzione al CAD elettronico, diodo come elemento circuitale, transistor alle basse e alle alte frequenze, amplificatori reazionati, amplificatori operazionali, sorgenti e rivelatori di luce a semiconduttore: LED, laser, fotodiodi, introduzione all'analisi e al condizionamento dei segnali: sorgenti e caratteristiche del rumore ottico ed elettronico, analisi statistica e funzioni di correlazione, tecniche per l'estrazione del segnale dal rumore: hardware (gating e lock-in) e software</p> <p>Progettazione di un rivestimento antiriflesso / filtro interferenziale Progettazione e test di un microscopio composto / lente per smartphone Progettazione e test di un alimentatore di corrente / di tensione Progettazione e test di un amplificatore operazionale Caratterizzazione ottica di vetri amorfi: Fresnel, Brewster, angolo critico Caratterizzazione ottica di cristalli liquidi: trasmittanza, birifrangenza Caratterizzazione ottica di semiconduttori: assorbimento, emissione Caratterizzazione ottica di sorgenti a semiconduttore: LED e LASER Caratterizzazione ottica di rivelatori a semiconduttore: PD, PIN, APD Caratterizzazione ottica di componenti ottici: film sottili, reticoli Verifica delle specifiche di un monocromatore / spettrografo Diagnostica di fasci laser: spettro, modo, coerenza</p> <p><i>Transparent materials for optoelectronics: optical crystals, glasses, oxides, thin films and surface coatings for optoelectronics, introduction to optical CAD, paraxial optics and Gaussian beams, polarization and interaction of radiation with birefringent materials, guided optics: waveguides, optical fibers, photonic confinement: resonators, microcavities and photonic bandgaps, photons: statistical and quantum properties of radiation, linear optical systems, conductive materials for optoelectronics: organic and inorganic semiconductors, p-n diode, introduction to electronic CAD, diode as circuit element, transistors at low and high frequencies, feedback and operational amplifiers, semiconductor light sources and detectors: LEDs, lasers, photodiodes, introduction to signal analysis and conditioning: sources and characteristics of optical and electronic noise, statistical analysis and correlation functions, techniques for signal extraction from noise: hardware (gating and lock-in) and software</i></p> <p><i>Design of an anti-reflective coating / interference filter Design and test of a compound microscope / micro-lens for smartphones Design and test of a current / voltage supply Design and test of an operational amplifier Optical characterization of amorphous glasses: Fresnel, Brewster, critical angle Optical characterization of liquid crystals: transmittance, birefringence Optical characterization of semiconductors: absorption, emission Optical characterization of semiconductor sources: LED and LASER Optical characterization of semiconductor detectors: PD, PIN, APD Optical characterization of optical components: thin films, gratings Verification of the specifications of a monochromator / spectrograph Diagnostics of laser beams: spectrum, mode, coherence</i></p>
Testi di riferimento / Textbooks	<p>Fundamentals of Photonics 2nd ed., B.E.A.Saleh, M.C.Teich (Wiley) Optoelettronica e Fotonica, A.Cutolo (Aracne) Microelettronica, J. Millman, C.C.Halkias (Bollati Boringhieri)</p>

Note ai testi di riferimento / Notes	Solo alcuni capitoli e alcune sezioni specifiche / selected chapters
Metodi didattici / Methods	Lezioni frontali con slides, esercitazioni di gruppo al computer, esperienze di laboratorio / Lectures, group activity, laboratory practice
Metodi di valutazione / Evaluation methods	Esame orale sulla parte teorica (40%), Report delle attività di progettazione e delle misure di laboratorio (60%) Oral examination on the theoretical contents (40%), written reports on the design and laboratory activity (60%)
Criteria di valutazione / Evaluation criteria	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione <u>Livello minimo:</u> conoscenza qualitativa delle proprietà fisiche dei materiali per l'optoelettronica, usi principali del diodo e del transistor come elementi circuitali, i componenti e i sistemi ottici lineari fondamentali, sorgenti e rivelatori a semiconduttore; <u>Livello intermedio:</u> conoscenza dei modelli interpretativi e degli aspetti quantitativi delle relazioni caratteristiche delle giunzioni p-n e del loro utilizzo in dispositivi circuitali; aspetti caratteristici della propagazione delle onde nei cristalli ottici, nelle guide d'onda e nelle strutture periodiche; <u>Livello superiore:</u> definizione e sorgenti di rumore in misure optoelettroniche e dei metodi per filtrare e migliorare il SNR. • Conoscenza e capacità di comprensione applicate <u>Livello minimo:</u> utilizzo elementare di un CAD ottico e di un CAD elettronico; <u>Livello intermedio:</u> utilizzo approfondito di programmi per la rappresentazione grafica dei dati; <u>Livello superiore:</u> capacità di sviluppare autonomamente parti di codice per l'analisi del segnale. • Autonomia di giudizio <u>Livello minimo:</u> confrontare qualitativamente schemi elettrici di alimentatori e amplificatori in base alla funzione da svolgere; <u>Livello intermedio:</u> giustificare e argomentare le scelte effettuate (nella pratica di laboratorio e nella progettazione dei circuiti); <u>Livello superiore:</u> valutare le differenze tra diversi design. • Abilità comunicative <u>Livello minimo:</u> utilizzare correttamente la terminologia scientifica; <u>Livello intermedio:</u> utilizzo appropriato delle specifiche modalità comunicative (diagrammi, figure, tabelle); <u>Livello superiore:</u> capacità di scrivere report tecnici efficaci. • Capacità di apprendere <u>Livello minimo:</u> partecipazione attiva alle esperienze di laboratorio; <u>Livello intermedio:</u> applicazione dei software di modellazione CAD ottici ed elettronici; <u>Livello superiore:</u> capacità di elaborare/filtrare i segnali con programmi commerciali e con codici matlab. <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge and understanding <u>Minimum level:</u> qualitative knowledge of the physical properties of optoelectronic materials, main uses of the diode and the transistor as circuit elements, the basic linear optical components and systems, semiconductor sources and detectors; <u>Intermediate level:</u> knowledge of the interpretative models and of the

quantitative aspects of the characteristic relations of the p-n junctions and of their use in circuit devices; characteristic aspects of wave propagation in optical crystals, in waveguides and in periodic structures;

Upper level: definition and characteristics of noise sources in optoelectronic measurements and methods to filter and improve SNR.

• Knowledge and comprehension skills applied

Minimum level: elementary use of optical CAD and electronic CAD;

Intermediate level: in-depth use of apps for the display and analysis of scientific data;

Upper level: ability to autonomously develop parts of code for signal analysis.

• Autonomy of judgment

Minimum level: qualitatively comparison of electrical block diagrams of power supplies and amplifiers in relation to the function to be performed;

Intermediate level: justification and discussion of the choices made (in laboratory practice and in circuit design);

Upper level: evaluation of the differences between different designs.

• Communication skills

Minimum level: correct use of scientific terms;

Intermediate level: appropriate use of specific communication methods (diagrams, figures, tables);

Upper level: ability to write effective technical reports.

• Ability to learn

Minimum level: active participation in laboratory experiences;

Intermediate level: application of optical and electronic CAD modeling software;

Upper level: ability to process / filter signals with commercial programs and with matlab codes.