



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2015/2016

## OPTOELETTRONICA BIOMEDICA

<b>Anno immatricolazione</b>	2015/2016
<b>Anno offerta</b>	2015/2016
<b>Normativa</b>	DM270
<b>SSD</b>	ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)
<b>Dipartimento</b>	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
<b>Corso di studio</b>	BIOINGEGNERIA
<b>Curriculum</b>	TECNOLOGIE PER LA SALUTE
<b>Anno di corso</b>	1°
<b>Periodo didattico</b>	Secondo Semestre (29/02/2016 - 10/06/2016)
<b>Crediti</b>	6
<b>Ore</b>	45 ore di attività frontale
<b>Lingua insegnamento</b>	ITALIANO
<b>Tipo esame</b>	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
<b>Docente</b>	MERLO SABINA GIOVANNA (titolare) - 6 CFU
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di elettronica di base e di fisica generale con particolare riferimento alle onde elettromagnetiche. Conoscenze di base di strumentazione biomedica, relativamente soprattutto alle problematiche di interazione fra strumentazione elettronica e sistemi biologici. Conoscenze elementari di fisiologia umana.
<b>Obiettivi formativi</b>	L'obiettivo del corso è quello di fare conoscere allo studente la rilevanza e le potenzialità dell'optoelettronica per diagnostica, terapia e monitoraggio in campo biomedico. Al termine del corso lo studente avrà una conoscenza generale di sorgenti, rivelatori, fibre ottiche. Conoscerà il principio di funzionamento dei laser e i meccanismi di interazione fra radiazione laser e tessuti biologici. Avrà acquisito conoscenze relative alla sicurezza laser. Conoscerà il principio di funzionamento e la struttura a blocchi di strumenti e sensori ottici già impiegati in campo biomedico o in fase di avanzata sperimentazione. Saprà affrontare

## Programma e contenuti

l'analisi critica di alcune tematiche di ricerca nel settore dell'optoelettronica biomedica, grazie a seminari specifici e approfondimenti individuali e/o di gruppo che verranno discussi in classe. Saprà presentare queste tematiche con caratteristiche fortemente interdisciplinari, ad un pubblico con formazione di base diversa (medici e ingegneri).

### La luce

La doppia natura della luce, ondulatoria e corpuscolare Parametri caratteristici della luce come onda elettromagnetica : frequenza, lunghezza d'onda, velocità, ampiezza, polarizzazione. Energia dei fotoni. Spettro della radiazione elettromagnetica, con particolare riferimento alle regioni UV, Visibile, IR. Sorgenti di luce. Modelli: ottica a raggi, elettromagnetico, ottica quantistica

Interazione fra radiazione ottica e materia

Fenomeni di base relativi agli effetti dei mezzi sulla radiazione: riflessione, rifrazione, diffusione, riflessione totale, dispersione, diffrazione, assorbimento. Spettri di assorbimento di tessuti biologici.

Fluorescenza

Fluorofori. Spettri di assorbimento e di emissione. Stokes shift.

Marcatori fluorescenti per sensori. Quenching. Photobleaching. FRET. Parametri di fluorescenza.

Laser

Principi di funzionamento: fenomeni coinvolti - assorbimento, emissione spontanea, emissione stimolata; definizione di mezzo assorbitore e amplificatore; inversione di popolazione e mezzo attivo; pompaggio ottico ed elettrico; laser a tre livelli e a quattro livelli; laser come oscillatore - mezzo attivo con reazione positiva; mezzi attivi e lunghezza d'onda di emissione. Proprietà dei fasci laser. Emissione continua ed impulsata: definizione di energia, potenza media e di picco, frequenza di ripetizione di impulsi, densità di energia, densità di potenza (irradianza,  $(W/m^2)$ ), brillantezza (radianza,  $(W/(sr m^2))$ ). Tipi di laser (con interesse medico): a gas ( $CO_2$ ,  $N_2$ , eccimeri); a stato solido (Rubino, Nd:YAG, Ho:YAG).

Sorgenti di luce a semiconduttore

Confronto fra diodi laser e LED.

Fotorivelatori

Effetto fotoelettrico interno ed esterno. Fotorivelatori ad elemento singolo: fotodiodi, fotomoltiplicatori. Rivelatori ad immagine: vidicon, CCD, CMOS. Termografia all'infrarosso.

Fibre ottiche

Fibre ottiche: principio di funzionamento, fibre monomodali, fibre multimodali. Fasci di fibre ottiche per trasporto di immagini.

Applicazione nel campo del beam delivery ed in endoscopia.

Cenni su interferometri e telemetri

Principio di funzionamento dell'interferometro laser. Schema di Michelson. Schema in fibra ottica. Principio di funzionamento dei telemetri laser: triangolazione, tempo di volo, modulazione di fase.

Applicazioni: Laser scanner – Optical tracking (in Ortopedia).

Meccanismi di interazione fra radiazione laser e tessuti biologici

Fenomeni di base relativi agli effetti della radiazione laser sui tessuti.

&lowast Interazione fotochimica &lowast Interazione termica &lowast

Fotoablazione &lowast Ablazione per induzione di plasma &lowast

	<p>Fotodisgregazione</p> <p>Sensori ottici</p> <p>Sensori ottici di parametri fisici e biochimici, per diagnostica e monitoraggio. Biosensori ottici: definizione, classificazione, studio di configurazioni importanti (ELISA, SPR, etc.) Sensori a fibra ottica.</p> <p>Tecniche ottiche per monitoraggio e diagnostica</p> <p>Microscopia ottica</p> <p>Microscopia a fluorescenza</p> <p>Spettrofotometria</p> <p>Citometria a flusso.</p> <p>Tomografia ottica coerente.</p> <p>Flussimetria laser Doppler.</p> <p>Ossimetria impulsata.</p> <p>La normativa laser in ambiente medicale</p> <p>Presentazione delle norme CEI in vigore: norma CEI EN 60825-1 - sicurezza laser - e norma CEI EN 60825-8 - guida all'utilizzatore in ambiente medico.</p>
<b>Metodi didattici</b>	<p>Lezioni (ore/anno in aula): 45</p> <p>Esercitazioni (ore/anno in aula): 0</p> <p>Attività pratiche (ore/anno in aula): 0</p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>Copie delle trasparenze usate a lezione sono fornite dal docente a tutti gli studenti che frequentano il corso. Chi non frequenta, può contattare docente via e-mail.</p> <p>Tuan Vo-Dinh, editor. Biomedical Photonics. CRC Press, 2003. Per consultazione.</p>
<b>Modalità verifica apprendimento</b>	<p>L'esame consiste in una prova scritta a libri chiusi.</p>
<b>Altre informazioni</b>	<p>L'esame consiste in una prova scritta a libri chiusi.</p>
<b>Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile</b>	<p><a href="#">\$Ibl legenda sviluppo sostenibile</a></p>