

Testi del Syllabus

Resp. Did.	POLI Federica	Matricola: 207088
Anno offerta:	2016/2017	
Insegnamento:	1006072 - ADVANCED PHOTONICS	
Corso di studio:	5052 - COMMUNICATION ENGINEERING - INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI	
Anno regolamento:	2016	
CFU:	6	
Settore:	ING-INF/02	
Tipo Attività:	B - Caratterizzante	
Anno corso:	1	
Periodo:	Primo Semestre	
Sede:	PARMA	



Testi in italiano

Lingua insegnamento	Inglese
Contenuti	<p>La prima parte del corso verterà sulle fibre a cristallo fotonico, con una descrizione dettagliata delle caratteristiche che le distinguono dalle fibre ottiche convenzionali, con particolare riferimento ai meccanismi di guidaggio della luce, e che le rendono particolarmente adatte per importanti applicazioni.</p> <p>La seconda parte delle lezioni riguarderà invece i laser in fibra ottica, con la presentazione delle configurazioni più diffuse, dei parametri per caratterizzarne le prestazioni e delle principali applicazioni presenti e future.</p> <p>Nell'ultima parte del corso verrà affrontata in modo approfondito la tematica dei sensori in fibra ottica, sia puntuali, sia distribuiti, con particolare attenzione ai principi di funzionamento, alle applicazioni pratiche e ai prodotti presenti sul mercato, ma anche ai temi di ricerca di maggiore interesse.</p> <p>Sono previste lezioni in laboratorio, principalmente con attività di simulazione. Il programma del corso potrà essere integrato da seminari.</p>
Testi di riferimento	<p>S. Selleri, L. Vincetti, A. Cucinotta, "Optical and Photonic Components", Esculapio, 2015</p> <p>R. Paschotta, "Encyclopedia of laser physics and technology", Wiley, 2008</p> <p>E. Udd, "Fiber optic sensors: an introduction for engineers and scientists", Wiley, 1991</p> <p>F. Poli, A. Cucinotta, S. Selleri, "Photonic crystal fibers: properties and applications", Springer, 2007</p> <p>Articoli scientifici segnalati durante il corso</p>
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di far comprendere agli studenti l'importanza della fibra ottica convenzionale come componente di base per la realizzazione di dispositivi ottici e fotonici di grande successo sul mercato attuale, come sensori e laser in fibra, e della fibra a cristallo fotonico, ancora oggetto di attiva ricerca a livello internazionale, per i dispositivi del futuro. Inoltre, il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze approfondite sulle metodologie numeriche più avanzate per lo studio di fibre e componenti ottici, in modo da sviluppare la capacità di analisi e progettazione di dispositivi ottici e fotonici complessi.</p>

Metodi didattici

Lezioni frontali svolte in aula dal docente con ausilio di lavagna e di computer/proiettore per presentazioni multimediali, video/immagini, pagine web, applicazioni software (approssimativamente 28 ore).
Attività sperimentale e di simulazione in laboratorio, con utilizzo del software commerciale COMSOL Multiphysics per l'analisi della propagazione di onde elettromagnetiche a frequenze ottiche in mezzi ottici lineari e non lineari (approssimativamente 14 ore).

Modalità di verifica dell'apprendimento

Tesina individuale su un progetto da svolgere tramite simulazione numerica con COMSOL Multiphysics, valutata in base a correttezza, completezza e chiarezza espositiva.
Prova orale con verifica di apprendimento e capacità analitica ed espositiva degli argomenti trattati durante il corso.
Il peso di entrambe le prove sulla valutazione finale è identico.
Il testo del progetto va ritirato durante l'ultima lezione del corso o, successivamente, nell'ufficio del docente, previo appuntamento.
La tesina in formato .pdf deve essere inviata via email al docente non più tardi di tre giorni prima della data dell'esame orale.

Programma esteso

Tecnologie fotoniche del 21esimo secolo
Fibre ottiche standard: meccanismo di guidaggio e modi guidati
Fibre ottiche standard: monomodalità e multimodalità, applicazioni

Fibre a cristallo fotonico:
Cristalli fotonici e loro proprietà, fibre a cristallo fotonico e loro proprietà
Meccanismi di guidaggio e principali applicazioni delle fibre a cristallo fotonico

Laser in fibra ottica:
Principio di funzionamento dei laser, diverse tipologie e principali applicazioni
Configurazioni, schemi di pompaggio ed elementi droganti per laser in fibra ottica
Prestazioni e limiti dei laser in fibra ottica ad alta potenza
Fibre attive e passive per laser in fibra ottica ad alta potenza, principali applicazioni e ruolo sul mercato

Sensori in fibra ottica puntuali e distribuiti:
Caratteristiche e proprietà principali, principio di funzionamento, classificazioni, vantaggi e svantaggi, esempi applicativi significativi dei sensori in fibra ottica
Sensori di intensità
Sensori di spettro
Multiplexing di sensori
Sensori distribuiti

Simulazione numerica:
Cenni sul Metodo degli Elementi Finiti (FEM) e presentazione delle caratteristiche principali del software COMSOL Multiphysics per la simulazione di fibre ottiche e componenti fotonici
Simulazione numerica di fibre step-index
Simulazione numerica di fibre con cladding a basso indice di rifrazione: curva di dispersione
Simulazione numerica di fibre con cladding a basso indice di rifrazione: dispersione cromatica
Simulazione numerica di fibre con particolari proprietà di dispersione
Simulazione numerica di fibre a cristallo fotonico



Testi in inglese

Lingua insegnamento English

Contenuti

During the first part of the course photonic crystal fibers will be illustrated, with a detailed description of their distinguishing characteristics with respect to conventional optical fibers, in particular of the different light guiding mechanisms, which make them particularly suitable for important applications.

Optical fiber lasers will be the subject of the lessons in the second part of the course. Most common configurations, main parameters to characterize the performances and most important present and future applications will be presented in detail.

The last part of the course will be devoted to a thorough study of point and distributed optical fiber sensors, with particular attention to working principles, practical applications, products already available on the market or still subject of intense research worldwide.

Some lessons of the course, mainly devoted to simulation activities, will take place in laboratory.

Seminars could integrate the course programme.

Testi di riferimento

S. Selleri, L. Vincetti, A. Cucinotta, "Optical and Photonic Components", Esculapio, 2015

R. Paschotta, "Encyclopedia of laser physics and technology", Wiley, 2008

E. Udd, "Fiber optic sensors: an introduction for engineers and scientists", Wiley, 1991

F. Poli, A. Cucinotta, S. Selleri, "Photonic crystal fibers: properties and applications", Springer, 2007

Scientific papers suggested during the course

Obiettivi formativi

The main objective of the course is to let the students understand the importance of conventional optical fibers as basic components for optic and photonic devices, such as sensors and lasers, with great impact on the market at present, and of photonic crystal fibers, which are still an exciting research subject all over the world, for next generation devices.

Moreover, the course has the aim to give the students a detailed knowledge of advanced numerical methods for the simulations of the properties of optical fibers and components, in order to make them develop the skill to analyze and design complex optic and photonic devices.

Metodi didattici

Frontal lessons carried out in a lecture room, using blackboard and/or pc/projector to show multimedia presentations, videos/images, web pages, software applications (~28 hours).

Experimental and simulation activity carried out in laboratory, using the commercial software COMSOL Multiphysics for the analysis of electromagnetic waves at optical frequency propagating in linear and nonlinear media (~14 hours).

Modalità di verifica dell'apprendimento

Individual report on an assigned project to be developed through numerical simulations made with COMSOL Multiphysics, evaluated according to accuracy, completeness and clarity.

Oral exam to verify the student learning, analytical capacity and speaking ability on the topics explained during the course.

Project report and oral exam have the same importance on the final mark.

Students can collect the text of the assigned project during the last lesson of the course, or later by appointment in the teacher's office.

The .pdf file of the report must be sent by email to the teacher no later than three days before the date of the oral exam.

Programma esteso

Photonic technologies of 21st century

Standard optical fibers: light guiding mechanism and guided modes

Standard optical fibers: single-mode and multi-mode regime, applications

Photonic crystal fibers:

Photonic crystals and their properties, photonic crystal fibers and their properties

Light guiding mechanisms and main applications of photonic crystal fibers

Optical fiber lasers:

Laser working principle, different laser types and their applications

Configurations, pumping schemes and doping element for optical fiber lasers

Performances and limits of high-power fiber lasers

Active and passive fibers for high-power fiber lasers, main applications and role in the market

Point and distributed optical fiber sensors:

Main characteristics and properties, working principle, classifications, advantages and disadvantages, significant applications of optical fibers sensors

Intensity-based sensors

Spectrum-based sensors

Sensor multiplexing

Distributed sensors

Numerical simulation:

Introduction to the Finite Element Method (FEM) and presentation of the main characteristics of the COMSOL Multiphysics software for the simulation of optical fibers and photonic devices

Numerical simulation of step-index fibers

Numerical simulations of fibers with low refractive index cladding: dispersion curve

Numerical simulations of fibers with low refractive index cladding: chromatic dispersion

Numerical simulations of optical fibers with special dispersion properties

Numerical simulations of photonic crystal fibers