
Testi del Syllabus

Docente	CUCINOTTA ANNAMARIA	Matricola: 005419
Anno offerta:	2013/2014	
Insegnamento:	1005253 - PHOTONIC DEVICES	
Corso di studio:	5052 - COMMUNICATION ENGINEERING - INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI	
Anno regolamento:	2012	
CFU:	9	
Settore:	ING-INF/02	
Tipo attività:	B - Caratterizzante	
Partizione studenti:	-	
Anno corso:	2	
Periodo:	Primo Semestre	
Sede:	SEDE DIDATTICA DI PARMA	

Tipo testo	Testo
Lingua insegnamento	inglese
Contenuti	Il corso si propone di fornire le basi teoriche per lo studio della propagazione elettromagnetica a frequenze ottiche in strutture dielettriche guidanti, guide e fibre ottiche, necessarie per la comprensione del funzionamento dei moderni sistemi di telecomunicazione. Dispositivi di basilare importanza, come laser, amplificatori ottici, accoppiatori ottici e reticoli, saranno analizzati in dettaglio. Verranno illustrati nuovi approcci e strumenti di analisi e progetto nonché discusse le più importanti novità nel campo della fotonica e dell'optoelettronica.
Testi di riferimento	S. Selleri, L. Vincetti, A. Cucinotta, "Componenti ottici e fotonici ", Società Editrice Esculapio, 2012 D.K. Mynbaev, L.L. Scheiner, "Fiber-Optic Communications Technology", Prentice Hall, 2001. P. Bassi, G. Bellanca, G. Tartarini, "Propagazione ottica libera e guidata", Clueb, 1999. J. M. Senior, "Optical Fiber Communications", Prentice Hall, 1992.
Obiettivi formativi	1. Conoscenza e comprensione Il corso si propone di fornire le basi teoriche per lo studio della propagazione elettromagnetica a frequenze ottiche in strutture dielettriche guidanti, guide e fibre ottiche, necessarie per la comprensione del funzionamento dei moderni sistemi di telecomunicazione. Dispositivi di basilare importanza, come laser, amplificatori ottici, accoppiatori ottici e reticoli, saranno analizzati in dettaglio. Verranno illustrati nuovi approcci e strumenti di analisi e progetto nonché discusse le più importanti novità nel campo della fotonica e dell'optoelettronica. 2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione - analizzare e descrivere l'architettura di un sistema di telecomunicazione in fibra; - valutare le principali caratteristiche di dispositivi fotonici come laser, fotoricevitori, accoppiatori, reticoli; - individuare le possibili soluzioni per progettazione di fibre ottiche e dispositivi fotonici per diverse applicazioni.
Prerequisiti	nessuno
Metodi didattici	Le lezioni saranno svolte dal docente, prevalentemente in aula, sia alla lavagna che con l'utilizzo di presentazioni multimediali. In classe saranno svolte delle esercitazioni in preparazione delle prove scritte. Circa 10 ore saranno dedicate ad attività sperimentali in laboratorio ed ad attività di simulazione con l'utilizzo di software commerciali.
Altre informazioni	Il materiale didattico e di supporto alle lezioni è disponibile sul sito Gaem.tlc.unipr.it
Modalità di verifica dell'apprendimento	Una prova scritta e una prova orale. L'esame scritto prevede risposte aperte. Sono previste due prove scritte in itinere durante le lezioni. Il superamento di queste prove esonera dalla prova scritta. L'esame scritto verifica le conoscenze del candidato sulle unità di misura, teoria di base e principi di design. L'esame orale valuta il livello di comprensione da parte del candidato dei parametri fondamentali e dei principi base nei settori delle guide d'onda, fibre ottiche, componenti fotonici. L'esame combina concetti tecnici con principi di design.

Programma esteso

- Lastra piana isotropa.
- Fibra ottica. Apertura numerica, V-number, differenza percentuale di indice di rifrazione. Fibra step-index e i modi TE, TM, EH e HE. Fibra a debole guidaggio. I modi LP. Fattore di confinamento della potenza e dipendenza da V. Approssimazione gaussiana: definizione di spot size e mode field diameter. Espressione approssimata dello spot size normalizzato in funzione di V. Fibre graded index e matched cladding.
- Attenuazione delle fibre ottiche. Cause intrinseche e cause estrinseche. Scattering di Rayleigh; perdite per micro- e macro-curvatura; assorbimento nell'ultravioletto e nell'infrarosso. Esempi di fibre commerciali.
- Fenomeni di dispersione in fibra; dispersione cromatica. Fibre Dispersion Shifted (DSFs), Non-Zero Dispersion Shifted (NZDSFs), Fibre per la compensazione della dispersione (DCF). Esempio di progetto di una fibra DCF.
- Fibre ottiche plastiche: materiale, attenuazione, dimensioni del core e del cladding.
 - Meccanismi di amplificazione ottica. Population rate equations e sistemi a due, tre e quattro livelli. Equazioni di propagazione, coefficiente di guadagno e di assorbimento. • Amplificatori ottici in fibra drogata. Possibili configurazioni, schemi di pompaggio, guadagno, banda, cifra di rumore. Andamento delle grandezze negli amplificatori in fibra. • Amplificazione in banda C, L, S. Fibre silicate, tellurate e fluorurate drogate con erbio, neodimio, olmio e tulio. Laser in fibra.
- Amplificatori ottici a semiconduttore - SOA. • LED e Laser a semiconduttore; schemi costitutivi e fisica del dispositivo. • Laser a semiconduttore singolo modo longitudinale; laser DFB e DBR. Laser tunabili.
- Laser ad emissione verticale (VCSEL). Confronto con i laser tradizionali. Caratteristiche, prestazioni e applicazioni.
- Processo di fotorivelazione. Assorbimento e trasparenza. Materiali e loro caratteristiche. • Tipi di fotodiodi. Prestazioni, rumore.
- Componenti passivi. Accoppiatori e splitters. Wavelength Division Multiplexers and Demultiplexers (WDM MUXs/DEMUXs). Isolatori, Circolatori e Attenuatori.
- Reticoli di Bragg in fibra ottica e guida dielettrica. Teoria dei modi accoppiati. Introduzione ed equazioni di riferimento. Applicazioni come specchi, selettori di lunghezza d'onda, per la compensazione di dispersione.
- Accoppiatori direzionali in fibra e in ottica integrata.
- Reticoli per riflessione, applicazione come demultiplexer e negli analizzatori di spettro.
 - Cavità Fabry-Perot. Interferometri.
 - Filtri interferometrici Mach-Zehnder. Divisori e star-couplers, multiplexer e demultiplexer.
 - Onde piane in mezzi anisotropi. Onda ordinaria e straordinaria. Dispositivi magneto-ottici, ritardatori di fase, polarizzatori, isolatori e circolatori. Applicazioni.
 - Modulatore ottici: ad elettroassorbimento, elettroottici e acustoottici. Applicazioni per l'elaborazione del segnale, switch ottici, convertitori di lunghezza d'onda.
 - Cristalli fotonici. Definizione e bande fotoniche proibite. Dispositivi basati sui cristalli fotonici: guide, giunzioni, curve, filtri, accoppiatori.
 - Fibre ottiche a cristallo fotonico e holey fibers. Definizione, tecnologie di fabbricazione, applicazioni nelle telecomunicazioni e prestazioni.
 - Coerenza di una sorgente; coerenza spaziale e temporale.
 - Metodi finiti; il metodo degli elementi finiti, differenze finite, mode matching.



Testi in inglese

Tipo testo	Testo
Lingua insegnamento	english
Contenuti	The course gives an understanding of fiber optic technology and its related devices for WDM telecommunication systems. The main devices as lasers, optical amplifiers, optical couplers, gratings will be deeply analyzed. New approaches and analysis tools will be provided as long as important novelty in the field of photonics and optoelectronics.
Testi di riferimento	S. Sellari, L. Vincetti, A. Cucinotta, "Componenti ottici e fotonici ", Società Editrice Esculapio, 2012 D.K. Mynbaev, L.L. Scheiner, "Fiber-Optic Communications Technology", Prentice Hall, 2001. P. Bassi, G. Bellanca, G. Tartarini, "Propagazione ottica libera e guidata", Clueb, 1999. J. M. Senior, "Optical Fiber Communications", Prentice Hall, 1992.
Obiettivi formativi	<p>1. Knowledge and understanding</p> <p>The course gives an understanding of fiber optic technology and its related devices for WDM telecommunication systems. The most important devices, as lasers, optical amplifiers, photoreceivers, couplers, gratins are deeply analyzed. New approaches and analysis tools will be provided as long as important novelty in the field of photonics and optoelectronics.</p> <p>2. Applying knowledge and understanding</p> <ul style="list-style-type: none">- analysis and description of the architecture of an optical fiber telecommunication system;- evaluate the main characteristics and specifications of the main photonic devices;- find the solutions for the Project of optical fibers and photonic devices for several applications.
Prerequisiti	none
Metodi didattici	Lessons will be given by the teacher on the blackboard as well as by multimedia presentations. Classroom exercises will be carried out in preparation of the exam. More than 10 hours will be reserved for experimental laboratory activities and the training in the use of commercial software.
Altre informazioni	The educational material is available at the web site gaem.tlc.unipr.it
Modalità di verifica dell'apprendimento	A written exam and an oral examination. The written exam consists of open questions. During the lesson period there will be two written tests, if the student passes these tests, he/she will be exempted from the written exam. The written exam will test a candidate's knowledge of measure units, basic theory and design principles. The oral exam assesses a candidate's understanding of the main parameters and principles in the areas of optical waveguides, fiber optics, photic components. This exam combines in-depth technical concepts with design principles.
Programma esteso	<ul style="list-style-type: none">• Simmetric slab.• Optical fiber. Numerical aperture. V-number. Fractional refractive index difference. Step-index fiber. TE, TM, EH e HE guided modes. Weakly guiding fiber. LP guided modes. Power confinement factor and its dependence on V-number. Gaussian approximation: spot size and mode field diameter. Graded index and matched cladding fibers.

Tipo testo

Testo

- Fiber trasmissive properties: attenuation. Intrinsic and extrinsic attenuation causes. Rayleigh scattering. Macro and micro-bending losses. Ultra violet and infra-red absorption. Data sheets of commercial fiber types.
- Fiber trasmissive properties: dispersion in fibra. Intermodal and Intramodal dispersion. Chromatic Dispersion. Dispersion Shifted Fibers (DSFs), Non-Zero Dispersion Shifted Fibers (NZDSFs), Dispersion Compensating Fibers (DCF). Example of a DCF design.
- Plastic optical fibers: material, attenuation, core and cladding diameters.
- Optical amplification principles. Population rate equations. Four, three and two levels systems. Propagation rate equations. Absorption and gain coefficient.
- Rare earth doped fiber amplifiers. Design, schemes, forward and backward pumping, gain, noise figure. Evolution of signals, pumps and ASE powers along the fiber.
- C, L, and S band optical amplification. Silicate, tellurite and fluorurate fibers. Fiber lasers.
- Semiconductor optical amplifiers.
- Light emitting diode (LED) e Laser. Designs and physical operation principles.
- Single longitudinal mode lasers. DFB e DBR. Tunable lasers..
- Vertical Cavity Surface Emitting Lasers (VCSELs) Performances and advantages.
- Receivers. Photodetectors.
- Photodiodes. PIN, Avalanches photodiodes. Noise sources.
- Passive Components. Couplers/splitters. Wavelength Division Multiplexers and Demultiplexers (WDM MUXs/DEMUXs). Isolators, Circulators and Attenuators.
- Bragg gratings in optical fiber and dielectric waveguide. Couple mode theory. Applications to reflectors, wavelength selectors, dispersion compensation, add-drop filters.
- Directional couplers in optical fiber and dielectric waveguide.
- Reflection gratings. Optical spectrum analysers. Fabry-Perot cavity. Interferometers.
- Mach-Zehnder interferometer filters. Splitters and star-couplers, multiplexer and demultiplexer. • Plane waves in anisotropic media; ordinary and extraordinary waves. Magneto-optic devices, phase retarders, polarizers, isolators and circulators; applications.
- Optical modulators. Electroabsorption, electrooptic and acousto-optic modulators. Applications; optical switches, wavelength converters.
- Photonic crystals and band gap. Definition, technology and structures.
- Photonic crystal based devices: waveguides, junctions, curves, filters, couplers.
- Photonic crystal fibers and holey fibers. Definition, fabrication technology, applications in telecommunications; performances. Source coherence; spatial and temporal coherence.
- Finite Methods; the finite difference and the finite element method, the mode matching.