

---

# Testi del Syllabus

---

Docente	<b>VANNUCCI ARMANDO</b>	Matricola: <b>005220</b>
Anno offerta:	<b>2013/2014</b>	
Insegnamento:	<b>1005258 - POLARIZED FIBER OPTIC TRANSMISSION</b>	
Corso di studio:	<b>5052 - COMMUNICATION ENGINEERING - INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI</b>	
Anno regolamento:	<b>2013</b>	
CFU:	<b>6</b>	
Settore:	<b>ING-INF/03</b>	
Tipo attività:	<b>B - Caratterizzante</b>	
Partizione studenti:	<b>-</b>	
Anno corso:	<b>1</b>	
Periodo:	<b>Secondo Semestre</b>	

---

<b>Tipo testo</b>	<b>Testo</b>
<b>Lingua insegnamento</b>	Inglese
<b>Contenuti</b>	La polarizzazione della luce Propagazione di luce polarizzata in fibra ottica La Dispersione Modale di Polarizzazione (PMD) Compensazione della PMD Propagazione nonlineare in fibra ottica
<b>Testi di riferimento</b>	- Alberto Bononi, Armando Vannucci, "PMD: a Math Primer", rapporto tecnico 14 luglio 2001, rev. 18/12/2008, disponibile presso il centro copie. - Andrea Galtarossa, Curtis R. Menyuk, (Eds.), "Polarization Mode Dispersion", Ed. Springer (New York, USA), 2005, ISBN-10: 0-387-23193-5. - Jay N. Damask, "Polarization Optics in Telecommunications", Ed. Springer (New York, USA), 2005, ISBN: 0-387-22493-9.
<b>Obiettivi formativi</b>	- Conoscenza di tecniche e formalismi per rappresentare la polarizzazione della luce. - Comprensione della propagazione lineare in fibra ottica, con particolare riguardo ai fenomeni legati alla polarizzazione della luce. - Capacità di applicare gli strumenti matematico/geometrici per descrivere la polarizzazione della luce, nelle telecomunicazioni e in altri contesti tecnologici. - Capacità di applicare le tecniche di propagazione della luce polarizzata per valutare distorsioni e penalità nei sistemi telecom.
<b>Metodi didattici</b>	- lezioni frontali (34h), erogate dal docente con ausilio di lavagna e proiettore/PC (per applicazioni software, figure, pagine web) - laboratorio di simulazione (4h), con utilizzo del software di simulazione Optilux (open source, Università di Parma) per la propagazione di segnali in fibra ottica. - laboratorio di misure (4h), con utilizzo di strumenti e dispositivi hardware.
<b>Altre informazioni</b>	Materiale e informazioni per il corso disponibili su piattaforma di web-learning LEA ( <a href="http://lea.unipr.it/course/category.php?id=28">http://lea.unipr.it/course/category.php?id=28</a> )
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	esame orale: colloquio con verifica dell'apprendimento e della capacità analitica ed espositiva degli argomenti esposti durante le lezioni del corso. Non sono previste prove in itinere.
<b>Programma esteso</b>	La polarizzazione della luce ----- Contesti tecnologici (e non) in cui si applica la polarizzazione; Vettori di Jones e ellissi di polarizzazione; Polarizzatori ideali: il proiettore; Il polarimetro: schema hardware; I parametri di Stokes e le matrici di Pauli; Vettori di Stokes e sfera di Poincaré; Ortonormalità tra stati di polarizzazione; Il grado di polarizzazione (DOP); Relazione tra vettori di Jones e Stokes: lo spin-vector;  Propagazione di luce polarizzata in fibra ottica ----- L'Equazione Vettoriale di Schroedinger (VLSE); Propagazione vettoriale: il vettore di birifrangenza;

## **Tipo testo**

## **Testo**

Lunghezza di battimento e Lunghezza di correlazione;  
Cenni su Polarization Dependent Loss (PDL);  
La Matrice di sistema: matrici Hermitiane e matrici unitarie;  
Forme esponenziali per fibre omogenee;  
La decomposizione di Pauli;  
Equazioni di moto nello spazio di Stokes;

La Dispersione Modale di Polarizzazione (PMD)

-----

Il vettore di PMD "Omega";  
Ritardo di Gruppo Differenziale (DGD) e Stati Principali di Polarizzazione (PSP);  
PMD "al 1o ordine" e "a tutti gli ordini";  
Corrente fotorivelata e depolarizzazione: traccia di depolarizzazione;  
Corrente fotorivelata e "impulsi fantasma";  
Eye Closure Penalty (ECP): formula di Chen generalizzata;  
PMD statistica: modelli stocastici di birifrangenza (cenni).

Compensazione della PMD

-----

Tecnica di compensazione "PSP transmission";  
Compensatore a 1 stadio e a 2 stadi: geometria sferica;  
Compensatori a 3 stadi e compensatori ideali;  
La compensazione della PMD nei sistemi coerenti: l'algoritmo CMA;

Propagazione nonlineare in fibra ottica

-----

L'Equazione Vettoriale Non Lineare di Schroedinger (VNLSE o CNLSE);  
L'effetto Kerr e la sua manifestazione vettoriale;  
Il mixing di polarizzazione e l'equazione di Manakov;  
La Cross-Polarization Modulation (XPoM);  
L'attrazione di polarizzazione (LPA) il polarizzatore non-lineare senza perdite;



# Testi in inglese

## Tipo testo

## Testo

### Lingua insegnamento

English

### Contenuti

Polarization of light

Fiber-optic propagation of polarized light

Polarization Mode Dispersion (PMD)

PMD compensation techniques

Nonlinear propagation in fiber optic

### Testi di riferimento

- Alberto Bononi, Armando Vannucci, "PMD: a Math Primer", technical report 14 July 2001, rev. 18/12/2008, available at the Faculty copying facility.

- Andrea Galtarossa, Curtis R. Menyuk, (Eds.), "Polarization Mode Dispersion", Ed. Springer (New York, USA), 2005, ISBN-10: 0-387-23193-5.

- Jay N. Damask, "Polarization Optics in Telecommunications", Ed. Springer (New York, USA), 2005, ISBN: 0-387-22493-9.

### Obiettivi formativi

- Knowledge of the techniques and formalisms used for representing the polarization of light.
- Understanding linear propagation in fiber optics, with an emphasis on polarization related phenomena.
- Applying mathematical/geometrical tools for the description of light polarization, within the telecommunications context or other technological contexts.
- Ability to apply the techniques of propagation of polarized light, to evaluate distortions and penalties in telecom systems.

### Metodi didattici

- class lectures (34h), given by the teacher, with the aid of blackboard and overhead projector/PC (for showing software applications, figures, web pages).
- simulation laboratory (4h), using the open source simulator Optilux (University of Parma) for signal propagation in fiber optics.
- measurement laboratory (4h), using hardware instruments and devices.

### Altre informazioni

For this course, informations and materials are available on the LEA web-learning platform ( <http://lea.unipr.it/course/category.php?id=28> )

### Modalità di verifica dell'apprendimento

oral exam:  
with reference to the contents of the lectures given during the course, the understanding level is evaluated, as well as the capability of analyzing and presenting the topics.  
No homeworks or classworks are foreseen, during the course.

### Programma esteso

Polarization of light  
-----  
Polarization-sensitive technological (and non-tech.) contexts;  
Jones vectors and polarization ellipses;  
ideal polarizers: the projector;  
The Polarimeter: hardware scheme;  
Stokes parameters and Pauli matrices;  
Stokes vectors and the Poincaré sphere;  
Orthonormality between states of polarization;  
The Degree Of Polarization (DOP);  
Relationship between Jones and Stokes vectors: the spin-vector;

Fiber-optic propagation of polarized light  
-----  
Vectorial Linear Schroedinger Equation (VLSE);

## **Tipo testo**

## **Testo**

Vectorial propagation: the birefringence vector;  
Beat length and correlation length;  
(Hints on) Polarization Dependent Loss (PDL);  
System matrix: Hermitian and unitary matrices;  
Exponential forms for homogeneous fibers;  
Pauli decomposition;  
Equations of motion in Stokes space;

### Polarization Mode Dispersion (PMD)

-----

The PMD vector "Omega";  
Differential Group Delay (DGD) and Principal States of Polarization (PSP);  
"1st-order" PMD and "all-order" PMD;  
Photodetected current and depolarization: depolarization trace;  
Photodetected current and "ghost pulses";  
Eye Closure Penalty (ECP): generalized Chen's formula;  
Statistical PMD: (hints on) stochastic models of birefringence;

### PMD compensation techniques

-----

PMD compensation through "PSP transmission";  
1-stage and 2-stage compensators: spherical geometry;  
3-stage and ideal multi-stage compensators;  
PMD compensation in coherent systems: the Constant Modulus Algorithm (CMA);

### Nonlinear propagation in fiber optic

-----

Vectorial Non-Linear Schroedinger Equation (VNLSE or CNLSE);  
Kerr effect and its vectorial description;  
Polarization mixing: the Manakov equation;  
Cross-Polarization Modulation (XPoIM);  
Lossless Polarization Attraction (LPA) and the nonlinear lossless polarizer;