

**GUÍA DOCENTE**  
**DE LA ASIGNATURA**

**FIBRAS ÓPTICAS Y**  
**ELEMENTOS ÓPTICOS**  
**INTEGRADOS**

**INGENIERÍA**  
**ELECTRÓNICA**

**Curso 2010-2011**

**5° CURSO**

## **DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA**

Según la legislación vigente del Plan de estudios de Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad de Granada, publicado en el BOE N° 238 de 4 de Octubre de 2000, la descripción de la asignatura es:

Propagación de la luz en fibras. Tipos de fibras. Métodos de medida en fibras. Biestabilidad óptica. Componentes ópticos. Efectos electro-magnetos-acusto-ópticos. Aplicaciones: Sensores y Sistemas de Comunicaciones.

## **OBJETIVOS**

Se pretende que el alumno conozca los principios básicos de la propagación de la radiación a través de las guías planas de ondas dieléctricas y fibras ópticas, así como los métodos de medidas de parámetros físicos de las fibras. Además, se estudian los parámetros más característicos de las ondas guiadas y de los componentes de radiación y detección.

Se estudiará la biestabilidad óptica y los efectos electro-magnetos-acusto-ópticos. Dichos efectos serán la base de componentes ópticos que aprovechan estos efectos y que son utilizados en comunicaciones ópticas. Finalmente, como aplicación, se estudiarán sensores ópticos y los sistemas de comunicaciones ópticas.

## **TEMARIO**

### **PROGRAMA DE TEORÍA**

1.- GENERALIDADES DE LAS FIBRAS ÓPTICAS

2.- PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS GUÍAS PLANAS DE ONDAS DIELECTRICAS

2.1.- RAYOS GUIADOS EN GUÍAS PLANAS DE ONDAS

2.2.- ENSANCHAMIENTO DEL PULSO EN GUÍAS PLANAS DE ONDAS

- 2.3.- RAYOS EVANESCENTES EN GUÍAS PLANAS DE ONDAS
  
- 3.- PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS
  - 3.1.- RAYOS GUIADOS EN FIBRAS ÓPTICAS
  - 3.2.- ENSANCHAMIENTO DEL PULSO EN FIBRAS ÓPTICAS
  - 3.3.- RAYOS EVANESCENTES EN FIBRAS ÓPTICAS
  
- 4.- PROPIEDADES DEL GUIADO EN GUÍAS PLANAS DE ONDAS DIELECTRICAS Y FIBRAS ÓPTICAS
  - 4.1.- LEYES BÁSICAS DEL ELECTROMAGNETISMO
  - 4.2.- MODOS EN GUÍAS PLANAS DE ONDAS
  - 4.3.- MODOS EN FIBRAS ÓPTICAS
  - 4.4.- DIÁMETRO DEL CAMPO MODAL
  - 4.5.- CONDICIÓN MONOMODAL
  
- 5.- CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN POR FIBRAS ÓPTICAS
  - 5.1.- ABSORCIÓN
  - 5.2.- DISPERSIÓN
  - 5.3.- POLARIZACIÓN Y BIRREFRINGENCIA
  
- 6.- TECNOLOGÍA DE FIBRAS ÓPTICAS
  
- 7.- FUENTES DE RADIACIÓN: LEDS y LÁSERES
  
- 8.- DETECTORES: PIN y AVALANCHA
  
- 9.- EFECTO ELECTRO-MAGNETO-ACUSTO-ÓPTICO. APLICACIONES
  
- 10.- BIESTABILIDAD ÓPTICA
  
- 11.- SENSORES DE FIBRA ÓPTICA
  
- 12.- COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA

## PROGRAMA DE PRÁCTICAS

### MEDIDAS EN FIBRAS ÓPTICAS

- 1- Medida del diámetro del núcleo de una fibra
- 2- Medida de la atenuación lineal
- 3- Medida de la apertura numérica
- 4- Medida de las pérdidas por acoplamiento
- 5- Medida de las pérdidas por desalineamiento
- 6- Medida de las pérdidas por inyección
- 7- Características de un led
- 8- Características de un fotodetector
- 9- Transductor: desplazamiento lineal
- 10- Transmisión de información
- 11- Estudio del efecto electro-óptico (efecto pockel)
- 12- Estudio del efecto magneto-óptico (efecto faraday)

### TRANSMISIÓN ANALÓGICA Y DIGITAL CON FIBRAS ÓPTICAS

- 1- Estudio del disparo analógico de un diodo transmisor a 850nm
- 2- Control analógico de un diodo transmisor a 950nm
- 3- Comparación de dos diodos transmisores a 850nm y 950nm
- 4- Comparación de la capacidad de inmunidad al ruido en líneas ópticas y eléctricas
- 5- Pruebas sobre el banco digital
- 6- Estudio de comportamientos ópticos y electrónicos
- 7- -Fabricación de líneas de fibra óptica de plástico
- 8- Estudio de la respuesta de la línea de fibra óptica ante roturas y soldaduras
- 9- Determinación de la atenuación de un cable de fibra óptica a diferentes longitudes de onda de transmisión
- 10- Comparación de la transmisión en líneas de fibras de plástico y líneas de fibras de vidrio

## **MÉTODOS y CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

La asignatura, en su parte de teoría, consta de dos parte bien diferenciadas, una de “teoría” propiamente dicha y otras de “problemas”. Los profesores plantearán problemas y los alumnos también propondrán problemas para ser resueltos por ellos mismos en clase.

A final de curso habrá un examen final de teoría y problemas. La nota del examen, de los problemas realizados y de la participación de los alumnos en clase, tendrá un peso, sobre la nota final de un 50%.

En la parte práctica de la asignatura, una vez realizadas las sesiones correspondientes, los alumnos deberán entregar un informe en el que se refleje el trabajo realizado en el laboratorio con los resultados y conclusiones fundamentales, así como los comentarios que consideren necesario para su justificación.

Habrà un examen de prácticas, que junto con la calificación del informe de prácticas de laboratorio tendrá un peso del 20% de la nota final.

A final de curso, los alumnos tendrán que exponer (de forma individual) un trabajo elegido por ellos y relacionado con la asignatura. El peso de dicho trabajo a la nota final será de un 30%.

Para superar la asignatura, habrá que aprobar, por separado, cada una de las partes.

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE TEORÍA**

- FIBRAS ÓPTICAS: ESTUDIO GEOMÉTICO  
Autores: Francisco Pérez Ocón y José Ramón Jiménez Cuesta  
Editorial: FPO.
- OPTICAL WAVEGUIDE THEORY  
Autores: Allan W. Snyder and John D. Love  
Editorial: Chapman & Hall, 1995

- FIBER OPTICS AND OPTOELECTRONIC  
 Autor: Peter K. Cheo  
 Editorial: Prentice Hall, 1990
  
- FUNDAMENTAL OF PHOTONICS  
 Autores: B. E. A. Saleh and M. C. Teich  
 Editorial: John Wiley & Sons Inc.,
  
- ELECTROMAGNETICS AND OPTICS  
 Autores: E. E. Kriezis, D. P. Chissoulidis and A. G. Papagiannakis  
 Editorial: World Scientific, 1992
  
- PRINCIPLES OF MODERN OPTICAL SYSTEM  
 Autores: Ivan Andonovic and Deepak Uttamchandani  
 Editorial: Artech House Inc., 1989
  
- OPTOELECTRONICS. AN INTRODUCTION  
 Autores: J. Wilson and J. F. B. Hawks  
 Editorial: Prentice Hall, 1989
  
- OPTICAL GUIDES WAVES AND DEVICES  
 Autores: Richar Syms and John Cozens  
 Editorial: MacGraw Hill, 1992
  
- FIBRE OPTICS. THEORY AND APPLICATIONS  
 Autor: Serge Ungar  
 Editorial: John Wiley & Sons Inc, 1990
  
- LASERS AND ELECTRO-OPTICS. FUNDAMENTALS AND ENGINEERING  
 Autor: Christopher C. Davis  
 Editorial: Cambridge University Press, 1996

- PRICIPLES OF LASER  
Autor: Orazio svelto  
Editorial: Plenum Press. 3ª edición, 1989
- LASERS  
Autor: Peter W. Milonni & Joseph H. Eberly  
Editorial: John Wiley & Sons, 1988
- FUNDAMENTOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS  
Autor: J. Capmany, J. Fraile-Pérez, J. Martín  
Editorial: Síntesis, 2000
- DISPOSITIVOS PARA COMUNICACIONES ÓPTICAS  
Autor: J. Capmany, J. Fraile-Pérez, J. Martín  
Editorial: Síntesis, 2000
- SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CON TÉCNICAS ÓPTICAS MULTIPORTADORAS  
Autor: W. Warzanskyj García  
Editorial: Telefónica, investigación y desarrollo

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA DE TEORÍA**

- THEORY OF DIELECTRIC OPTICAL WAVEGUIDES  
Autor: Dietrich Marcuse  
Editorial: Academic Press Inc., 1991
- HANDBOOK OF FIBER OPTICS. THEORY AND APPLICATIONS  
Autor: Chai Yen  
Editorial: Academic Press, 1990
- ENGINEERING OPTICS  
Autor: K. Lizuka

Editorial: Springer-Verlag, 1986

- NONLINEAR OPTICS. BASIC CONCEPTS

Autor: D. L. Mills

Editorial: Springer-Verlag, 1991

- NONLINEAR OPTICS

Autor: Robert W. Boyd

Editorial: Academic Press Inc., 1992

- OPTOELECTRÓNICA Y COMUNICACIÓN ÓPTICA

Autores: J. M. Abella Martín, J. J. Jiménez Lidón y J.M. Martínez Duart

Editorial: C.S.I.C., 1988

- NONLINEAR FIBER OPTICS

Autor: Govind P. Agrawal

Editorial: Academic Press, 1989

- ELECTROOPTICS, PHENOMENA, MATERIALS AND APPLICATIONS

Autores: Fernando Agulló-López, José Manuel Cabrera and Fernando Agulló-Rueda

Editorial: Academic Press, 1994

- INTEGRATED OPTICS

Autor: T. Tamir

Editorial: Springer-Verlag, 1985

- FIBRES OPTIQUES. THEORE ET APPLICATIONS

Autor: S. Ungar

Editorial: Dunod, 1989

- OPTICAL ELECTRONICS

Autor: Amnon Yariv

Editorial: Saunders College Publishing, 1991

- OPTICAL ELECTRONICS IN MODERN COMMUNICATIONS  
Autor: Amnon Yariv  
Editorial: Oxford University Press, 1997
- TODO SOBRE LAS FIBRAS ÓPTICAS  
Autor: Juan Tur Terrasa  
Editorial: Marcombo, 1989
- TELECOMMUNICATIONS OPTIQUES. INTRODUCTION A L'OPTQUE INTEGREE  
Autor: J. J. Clair  
Editorial: Masson, 1977
- LES PRESENTAMOS LOS LÁSERES  
Autor: L. V. Tarasov  
Editorial: Mir, 1996
- LÁSERES  
Autor: José Manuel Orza Segade  
Editorial: CSIC (Colección Nuevas tendencias, Vol 1)
- OPTICAL AMPLIFIERS AND THEIR APPLICATIONS  
Editorial: postconference Edition, Technical Digest Series, Vol 18, 1995
- PRINCIPLES OF OPTICS  
Autores: Max Born and Emil Wolf  
Editorial: Pergamon Press, 1990
- FUNDAMENTAL OF OPTICS  
Autores: Francis A. Jenkins and Harvey E. White  
Editorial: MacGraw Hill, 1981

URL: <http://fb6www.uni-paderbom.de/ag/ag-sol/research/erbium.htm>

URL: <http://fb6www.uni-paderbom.de/ag/ag-sol/research/erbium/mlaser.htm>

URL: <http://fb6www.uni-paderbom.de/ag/ag-sol/research/erbium/T-laser.htm>

URL: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol41/siste.htm>

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE PRÁCTICAS**

- Manual de prácticas para los alumnos, elaborado por los profesores de la asignatura de “FIBRAS ÓPTICAS Y ELEMENTOS ÓPTICOS INTEGRADOS” de 5º curso de Ingeniero en Electrónica.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA DE PRÁCTICAS**

- 1- J. P. Christy, *Transmisión d'informations par fibres optiques*, Automatisme, Vol. **XX**, n° 8-9, 1975.
- 2- J. J. Calir, *Télécommunications optiques: Introduction à l'optique intégrée*, chapter **2**, 1977.
- 3- G. R. Elion, H. A. Elion, *Fiber Optic in communications systems*, 1978.
- 4- D. Hui Bon Hoa, *Eléments constitutifs d'une liaison par fibre optique et leurs influences sur les performances d'un système*, Colloque sur les télécommunications optiques, Lannion, **23-25**, 1979.
- 5- D. Hui Bon Hoa, *Systèmes de transmission numérique sur fibres optiques*, Colloque sur les télécommunications optiques, Lannion, **23-25**, 1979.
- 6- F. P. Kapron, K. Abe, *Physics of the optical fibers for communications*. La physique au Canada, Vol. **35**, n°, 1979.
- 7- D. Lecrosnier, *Photodétecteurs*. Colloque sur les télécommunications optiques, Lannion, **23-25**, 1979.
- 8- P. Lemeunier, *Fibres optiques et télécommunications*, Toute l'Electronique, February, 1978.

- 9- I. Math, *Simple fiber measurements*, Laser Focus, September, 1979.
- 10- M. Passaret, A. Regreny, *Technologie des fibres optiques*, Colloque sur les télécommunications optiques, Lannion, **23-25**, 1979.
- 11- Texas Instrument Electronics Series, *Optoelectronics: theory and practice*, 1978.
- 12- D. Kalish, et al., *Fiber characterization-mechanical*, Optical Fiber Communications, S. E. Miller & A. G. Chynoweth, Eds. Academic Press, New York, 1979.
- 13- D. Gloge, W. B. Gardner, *Fiber design considerations*, Optical Fiber Communications, S. E. Miller & A. G. Chynoweth, Eds. Academic Press, New York, 1979.
- 14- EIA Standard RS-455-47, Section 4.3.2, EIA, Engineering Department. Washington DC, 1983.
- 15- D. L. Franzen, E. M. Kim, *Interlaboratory measurement comparison to determine the radiation angle of graded-index optical fibers*, Applied Optics, Vol. **20**, 1981.

URL: <http://www.fotonica.ulpgc.es/fotonica/Docencia/OFA/practicas>

## **COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE**

Conocer la propagación de la radiación óptica en las fibras ópticas.

Conocer los métodos de fabricación de fibras ópticas.

Conocer los métodos de medidas de los parámetros más importantes de las fibras ópticas.

Conocer los principales componentes pasivos y activos en fibras ópticas.

Conocer la biestabilidad óptica y sus aplicaciones.

Conocer los efectos ópticos no lineales más importantes y sus aplicaciones.

Conocer los fundamentos y aplicaciones ópticas de las principales fuentes de radiación óptica.

Conocer los fundamentos y aplicaciones ópticas de los principales detectores de radiación óptica.

Conocer los fundamentos de los sensores de fibras ópticas y sus aplicaciones.

Conocer los principios de los sistemas de comunicaciones por fibras ópticas.

## **PRERREQUISITOS NECESARIOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA**

Los alumnos no tendrán que tener asignaturas aprobados como requisito indispensable para aprobarla, pero sería muy conveniente que tuvieran conocimientos generales de Física, Matemáticas, Electromagnetismo y Electrónica.