

## DISEÑO DE PRÁCTICAS DE BAJO COSTE PARA LA ENSEÑANZA DE OPTOELECTRÓNICA

X. BORRISÉ, D. JIMÉNEZ, F. PÉREZ-MURANO  
*Departament d'Enginyeria Electrònica ETSE. Edifici Q*  
*Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Bellaterra. SPAIN*

*En esta comunicación, se describen las características de algunas de las prácticas de laboratorio de la asignatura Optoelectrónica dentro de la titulación de Ingeniería Electrónica de la Universidad Autònoma de Barcelona. El diseño de estas prácticas se ha realizado atendiendo principalmente a criterios de adecuación con el temario de la asignatura y de coste razonablemente bajo. Para cumplir este último objetivo, las prácticas se han basado en la instrumentación habitual de un laboratorio de Electrónica.*

### 1.- Introducción

Dentro de la enseñanza de la Electrónica, asignaturas de temáticas relacionadas con el campo de la Optoelectrónica son cada vez más frecuentes en los planes de estudios. Los contenidos relacionados con la Optoelectrónica son muy amplios, y abarcan desde el estudio del dispositivo optoelectrónico (diodos LED y láser, fotodiodos), hasta el desarrollo de sistemas de comunicaciones para control remoto, sistemas de comunicaciones basados en fibra óptica o sensores ópticos.

Por otro lado, la instrumentación asociada es habitualmente muy costosa, razón por la cual la posibilidad que los alumnos realicen prácticas relacionadas con Optoelectrónica acostumbra a estar muy limitada por razones presupuestarias. En la presente comunicación, expondremos la experiencia en la realización de las prácticas de la asignatura Optoelectrónica, que se ha venido impartiendo en nuestra Universidad desde el año 1992. El temario de la asignatura está dividido en tres bloques: i) Dispositivos optoelectrónicos (donde se estudia en detalle los dispositivos detectores de luz y los dispositivos emisores de luz, principalmente aquellos basados en semiconductores), ii) sistemas de comunicaciones basados en fibra óptica (incluyendo el estudio en detalle de las características de las fibras ópticas) y iii) aplicaciones optoelectrónicas (principalmente sensores ópticos y control remoto).

### 2.- Implementación

En la presente comunicación, presentaremos el diseño de diversas prácticas basadas en la instrumentación básica que habitualmente puede encontrarse en un laboratorio de electrónica, razón por la cual el desarrollo de estas prácticas no conlleva coste elevado adicional de compra de material. Concretamente, para la realización de las prácticas que a continuación detallamos, se considerará que se dispone del siguiente material de uso general:

- Ordenador con tarjeta de adquisición de datos y opcionalmente, programa de instrumentación virtual (LABVIEW<sup>TM</sup> o HPVEE<sup>TM</sup>)

- Osciloscopio, generador de funciones y fuente de alimentación
- Programa general de cálculo o modelización (MATLAB™, MATHEMATICA™ o MATHCAD™)

Las prácticas que hemos diseñado permiten abarcar todo el temario de la asignatura:

i) Dispositivos optoelectrónicos

**Caracterización de dispositivos.** Caracterización de Fotodiodos. Caracterización de paneles solares. Montaje de un sistema autónomo alimentado por energía solar. Caracterización de diodos LED y láser. Montaje del circuito de direccionamiento de un diodo láser para emisión modulada. Para la caracterización de los dispositivos se utiliza un programa realizado con LABVIEW y una tarjeta de adquisición de datos.

**Estudio del fotodiodo PIN.** A partir de las ecuaciones del dispositivo se propone analizar, mediante simulación numérica, sus características ópticas y eléctricas. Se requiere a los alumnos que calculen la corriente fotogenerada en función de la longitud de onda de la luz incidente; que analicen cómo depende la corriente fotogenerada y la corriente de oscuridad del dopaje de las regiones p y n, y de la tensión de polarización; que encuentren la respuesta en frecuencia del fotodiodo; y que dibujen la característica I/V en función de la potencia óptica incidente.

ii) Sistemas de comunicaciones basados en fibra óptica

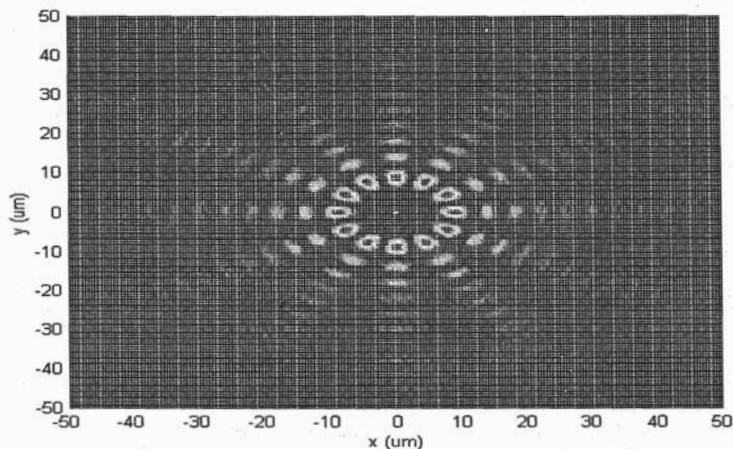
**Visualización de los modos de una fibra óptica.** Se propone un ejercicio a los estudiantes que consiste en la simulación numérica de los modos guiados que se propagan en una fibra óptica. El software MATLAB™ proporciona todas las herramientas necesarias para resolver la ecuación de onda y representar gráficamente el resultado. A modo de ejemplo, en la figura 1 se representan los modos de una fibra óptica multimodo a la longitud de onda de 633 nm.

**Sistema de comunicación de voz por infrarrojo.** Para esta práctica se dispone del modulador y el demodulador ya realizados, de forma que el alumno debe diseñar y realizar el enlace óptico entre los dos módulos anteriores, es decir, el emisor y el receptor ópticos, y el acondicionamiento.

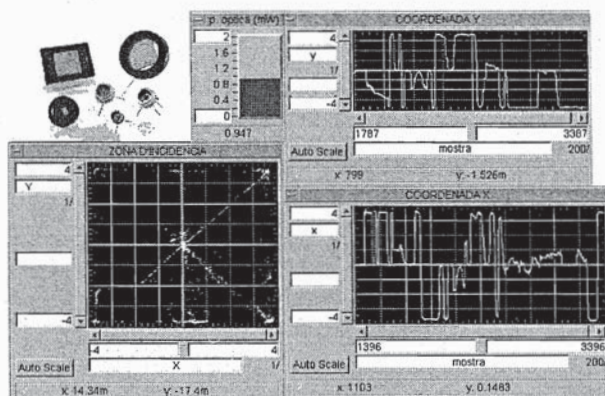
iii) Aplicaciones

**Sensor de distancia.** Esta práctica sirve a los estudiantes como introducción a los sensores de fibra óptica. La magnitud física a medir es la distancia entre el sensor y un objeto reflectante. El sensor está compuesto por dos fibras ópticas acopladas a un LED y a un PIN respectivamente, que hacen la función de emisor y receptor. La práctica tiene una parte teórica, en la que se pide a los alumnos que simulen la respuesta del sensor utilizando el software MATLAB™, y una parte experimental, que consiste en la caracterización del sensor.

**Sistema de posicionamiento.** Se basa en un láser y un fotodiodo de 4 cuadrantes, en los cuales el alumno debe realizar los circuitos de polarización del láser y de acondicionamiento de señal del fotodiodo. Además, utilizando el software y las tarjetas de adquisición de datos disponibles en el laboratorio se puede monitorizar el posicionamiento del láser en todo momento, tal y como se puede observar en la figura 2.



**Figura 1.** Simulación del patrón de salida de una fibra óptica (corresponde a un único modo)



**Figura 2.** Panel virtual para la monitorización del sistema de posicionamiento.