

# DISEÑO, SIMULACIÓN Y REALIZACIÓN DE COMPONENTES CON FIBRAS ÓPTICAS PLÁSTICAS

M. Lomer, D. Fernández, O. Conde, F. Madruga, J.M. López-Higuera

GRUPO DE INGENIERÍA FOTÓNICA  
E.T.S.I.I. TELECOMUNICACIONES, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
Avda. LOS CASTROS S/N 39005 SANTANDER – SPAIN  
Tel. +34 (9)42-201495, FAX. +34 (9)42-201873  
E-mail : [lomer@teisa.unican.es](mailto:lomer@teisa.unican.es)

**Abstract.** In this document the design, simulation and realization of components is presented with plastic optic fibers (POFs). The simulation of the designed structures has been carried out with the software Zemax®. The different devices and components have applications in communications or in optic sensors.

## 1/. Introducción

Las fibras ópticas plásticas (FOPs) tienen un gran diámetro, gran apertura numérica y gran flexibilidad de manipulación. Estas características hacen que la tecnología de las FOPs sean más versátiles que su equivalente en fibras de vidrio.

Esto posibilita un fácil acoplamiento entre elementos de extremidad, realizar conectores y acopladores simples de bajo coste. Además, se pueden diseñar componentes y dispositivos a base de estas fibras y que pueden tener diferentes aplicaciones en comunicaciones, en la industria o en sensores ópticos. De otro lado, existen herramientas informáticas, complementarias al estudio teórico, que permiten diseñar y simular el funcionamiento de componentes y sistemas fotónicos, permitiendo simplificar las tareas de realización práctica de estos.

En este documento, se presentan el diseño, simulación y realización práctica de componentes a base fibras ópticas plásticas en PMMA, de diámetro de 1 mm, índices de núcleo y cubierta  $n_1=1.492$  y  $n_2=1.401$  y apertura numérica de 0.5. La fuente de luz empleada corresponden al espectro visible.

## 2/. Diseño y simulación de componentes FOPs.

La tecnología de las FOPs permiten realizar diferentes estructuras y configuraciones, sean estas en las extremidades (cortes rectos o en ángulos) o provocando perturbaciones a lo largo de la fibra (curvaturas, cortes parciales, etc.).

Una herramienta informática de diseño y simulación de componentes ópticos, permite determinar rápidamente su viabilidad de realización o prever el funcionamiento de las mismas. En el Grupo de Ingeniería Fotónica de la UC, se disponen del software Zemax<sup>[1]</sup>, que es un programa de gran capacidad que permite diseñar y simular una gran variedad de componentes y sistemas fotónicos y de diferentes materiales. Este programa es basado en la teoría de rayos, suficiente para analizar las fibras multimodales de gran diámetro. Con esta herramienta informática y con el objetivo de desarrollar una tecnología propia de usos de fibras ópticas plásticas, se han realizado un conjunto de estructuras. Pasaremos a describir algunos componentes y dispositivos que se han realizado.

### a) Fibras FOPs terminadas en ángulo.

Este tipo de estructuras tienen aplicaciones en acopladores o repartidores de luz y en sensores ópticos. Por ejemplo, dos fibras terminadas en ángulo de 45° pueden ser juntadas y ubicarse otras dos fibras dispuesta perpendicularmente, se tiene un repartidos de potencia óptica 1x2 (figura 1). Si la entrada de luz es por (1), se tienen salidas en (2) y (3), el programa de simulación permite prever una repartición de potencia,

en (2) se tiene 48%, mientras que en (3) se tiene 36%, en (4) se tiene 0.6%.

Se han diseñado así mismo otras fibras con cortes en ángulos de 15°, 30°, 45°, 60°, 75° o terminada en cono. Estas configuraciones nos han servido para diseñar sensores ópticos de líquidos.

### b) Repartidores ópticos 1xN

Un dispositivo práctico que puede tener variadas configuraciones es un repartidos de potencia 1xN. En el ejemplo mostrado en la figura 2, se trata de un repartidos de 1x20 fibras, donde el trazado de rayos permite la optimización de acoplamiento o la ubicación de otros elementos ópticos para mejorar su funcionamiento.

### c) Diseño de estructuras con fibras

Se han diseñado y simulado sistemas ópticos que pueden funcionar como sensores ópticos o realizar otras funciones. Así, por ejemplo se ha analizado el funcionamiento de un sensor de desplazamiento basado en una fibra o en un paquete de fibras, donde la luz emitida por una fibra se refleja en una superficie reflectora y luego recolectada, por la misma fibra o por el paquete de fibras.

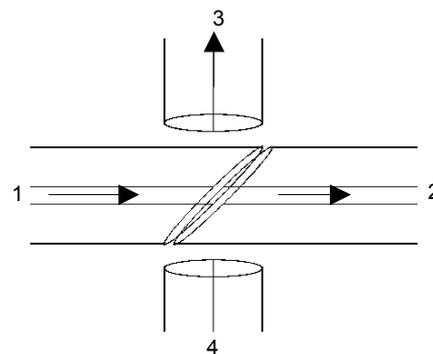


Figura 1. Repartidor de potencia óptica 1x2.

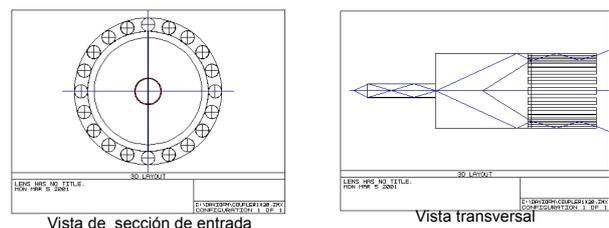


Figura 2. Repartidor óptico de 1x20 fibras.

Así, en función de la distancia fibra-superficie y de los parámetros opto-geométricos de la fibra nos permiten visualizar y optimizar su funcionamiento (figura 3). Si en lugar de una superficie reflectora plana, se dispone de una red de difracción en reflexión, y si además se dispone de una fuente de luz blanca, la red de difracción separa espacial y espectralmente en diferentes longitudes de onda que contiene la luz blanca. Ubicando adecuadamente las fibras recolectoras de luz reflejada, estas pueden guiar longitudes de onda diferentes. Es decir estamos delante un demultiplexor de longitudes de onda.

El programa Zemax© permite elegir el tipo de fuente de luz y analizar las pérdidas globales de acoplamiento para las diferentes configuraciones y pérdidas de curvatura. Verificadas con los cálculos teóricos, muestran una aceptable aproximación. Se han simulado otras estructuras de interés, tales como guías ópticas de geometría circular (figura 4), variando sus diferentes parámetros permiten observar de manera didáctica las condiciones de guiado de los diferentes rayos inyectados.

### 3/. Realización práctica

Los dispositivos diseñados y simulados en el apartado precedente han sido realizados en forma práctica. Nuestro laboratorio dispone de herramientas de pulido mecánico de fibras<sup>[2]</sup>, para pulir en ángulo deseado se han realizado soporte de fibras en plexiglass conteniendo la forma del ángulo deseado para el pulido. Se han realizado pulido de fibras con ángulos de 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. Utilizando las fibras con corte de 45° se ha realizado el repartidor 1x2, las medidas experimentales proporcionan similares valores a los obtenidos en la simulación y previstos por los cálculos teóricos.

El sensor de desplazamiento ha sido realizado con un paquete de 7 fibras distribuidas simétricamente, donde la fibra emisora se encuentra en el centro y las seis restantes son las receptoras. De esta manera se ha optimizado su funcionamiento y adaptado para medir diferentes rangos dinámicos.

La simulación de la guía de estructura circular ha sido realizado experimentalmente con un medio cilindro sólido de material de vidrio de un diámetro de 6 cm, con un láser He-Ne se pueden observar modos guiados, llamados "modos de galería".

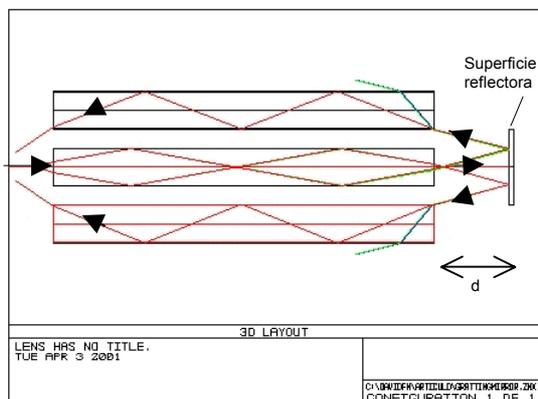


Figura 3. Diseño y simulación de un sensor de óptico de desplazamiento.

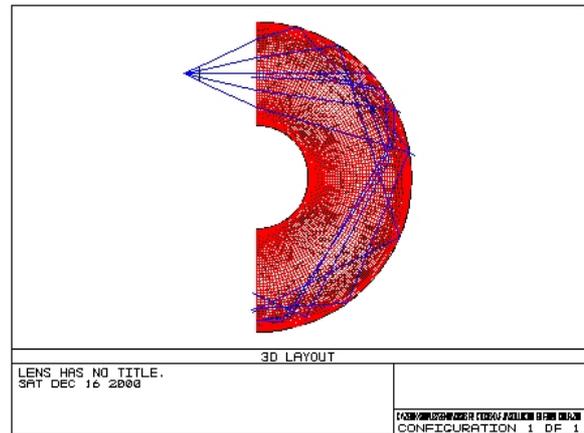


Figura 4. Simulación de propagación de luz en una estructura circular.

### 4/. Conclusión

Se han diseñado, simulados y realizado en forma práctica, componentes con fibras ópticas plásticas. Componentes que son utilizados en comunicaciones o en sensores de fibras ópticas. La utilización de programas informáticos, como el Zemax©, es un apoyo adicional al estudio teórico del funcionamiento de los componentes fotónicos y que se pueden adoptar de manera didáctica en la docencia. Los resultados experimentales concuerdan bastante bien con la simulación

**Agradecimientos:** Se hace constar que este trabajo es soportado por la CICYT, a través del proyecto: CICYT.TIC98-0387-CO3-02, razón por la que los autores muestran su agradecimiento.

### Referencias:

- [1] Zemax©, Focus Software Inc., P.O. Box 18228, Tucson, Arizona 85731 USA
- [2] M. Rodríguez, M. Lomer y J.M López-Higuera, "Desarrollo de tecnología de pulido mecánico para fabricar dispositivos de fibras ópticas", URSI-96, Madrid, Septiembre 1996.