

## **SIMULADOR DE COMPONENTES Y SISTEMAS FOTÓNICOS.**

A. BLESA<sup>1</sup>, C. CATALAN<sup>2</sup>, I. PLAZA<sup>1</sup> Y C. T. MEDRANO.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones.*

<sup>2</sup>*Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas.*

*Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Zaragoza.  
44003-Teruel. España.*

*Presentamos un simulador de componentes fotónicos que ha sido diseñado para su aplicación en ámbitos docentes. Con el mismo se pretende familiarizar al alumno de las ingenierías propias de las TIC con los componentes y sistemas que permiten manipular información transportada por canales ópticos. Se ha utilizado el lenguaje Java para su implementación. Como ejemplo de aplicación se muestra la simulación de un sistema de interconexión óptica en un medio guiado.*

### **1. Introducción**

Los programas de simulación de sistemas eléctricos, electrónicos y lógicos han demostrado ser una herramienta eficiente en el proceso de aprendizaje. Estas herramientas son especialmente útiles cuando los componentes o sistemas a simular son de difícil acceso en el laboratorio de prácticas de alumnos. Este es el caso de los componentes fotónicos, tanto pasivos como activos. Además, según nuestra experiencia, también ocurre que es difícil encontrar simuladores de los mismos para aplicaciones docentes.

A partir de estas consideraciones se ha desarrollado un simulador de componentes y sistemas fotónicos con el ánimo de aportar una herramienta accesible a profesores y alumnos interesados en estas tecnologías.

### **2. Especificaciones del simulador.**

El planteamiento de partida para este trabajo es el diseño e implementación de un simulador de componentes fotónicos. Estos componentes los dividimos en tres clases.

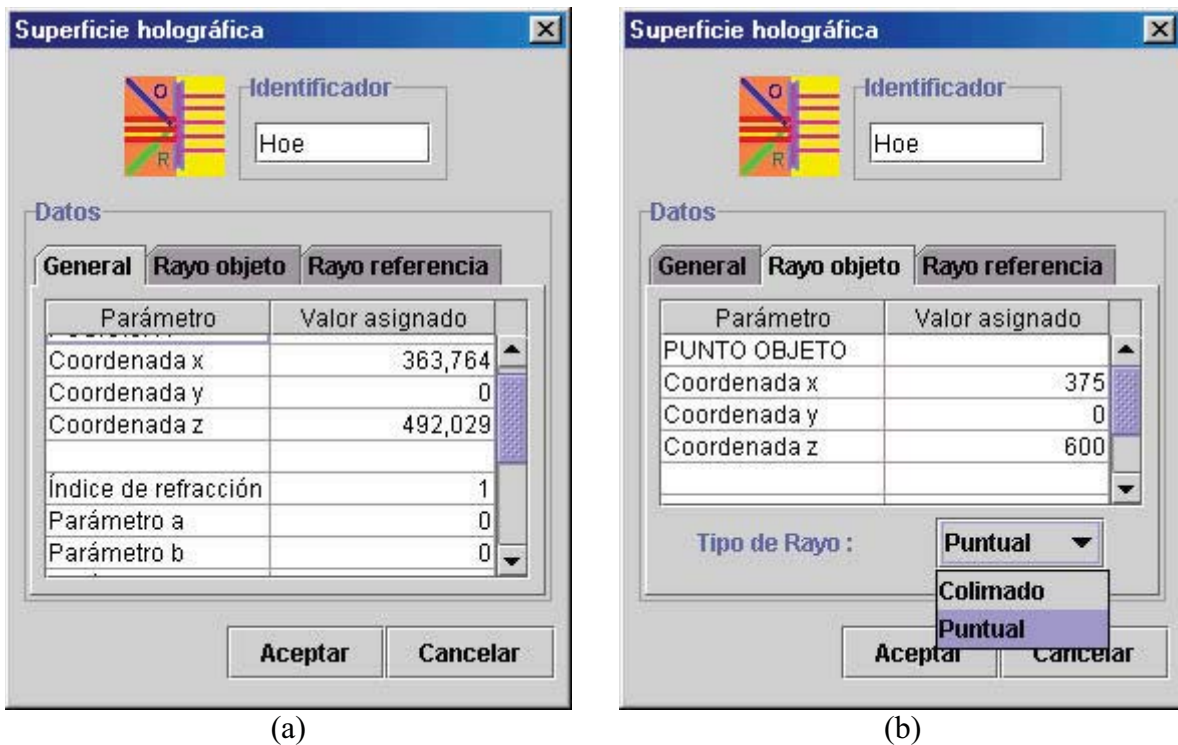
1. Emisores: Led, láser, fuente de luz policromática
2. Componentes pasivos: elementos refractivos, elementos difractivos y elementos especulares.
3. Detectores. Conversores luz-tensión, conversores luz-intensidad, y conversores luz-frecuencia.

Cada una de las clases viene definida por sus propios parámetros, necesarios para realizar el proceso de simulación. Además es necesario algunos elementos auxiliares: pupila de entra del sistema y plano de impacto

Describimos como ejemplo los parámetros de un elemento difractivo.

1. Coordenadas del centro.
2. Parámetros geométricos: inclinación, curvatura
3. Parámetros ópticos: índice de refracción, longitud de onda de operación y de registro
4. Coordenadas de los haces de registro (objeto y referencia)
5. Tipo de haces de registro (puntual o colimado)

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la interfaz de usuario desarrollada para insertar esta información. A cada elemento que se incluye se le asigna un identificador para distinguir entre los elementos del mismo tipo.



**Figura 1:** Definición de un elemento difractivo (Windows). (a) Parámetros generales. (b) Parámetros del haz de registro objeto.

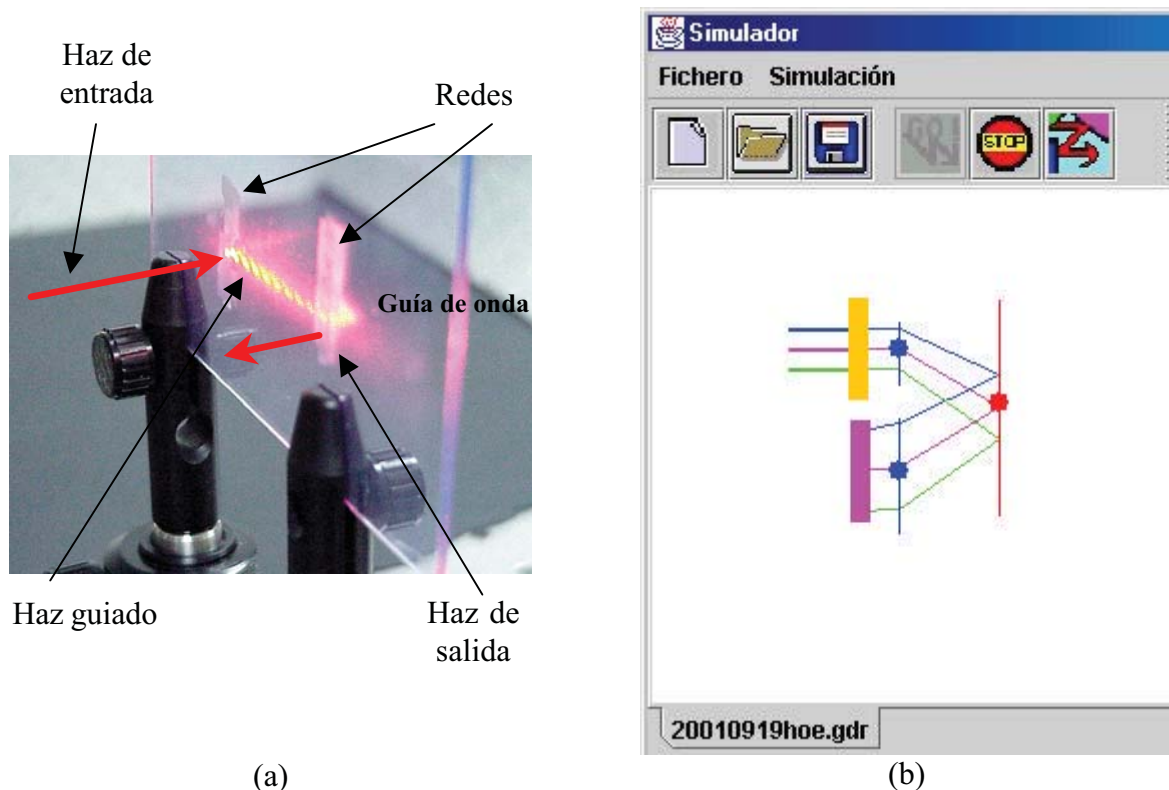
El diseño debe constar, al menos de:

- Una fuente de luz.
- Una pupila de entrada.
- Un plano de impacto.

Una vez definidos todos los elementos que formarán parte de la simulación, se indica qué elementos van a incluirse en el proceso de simulación, así como su orden en la trayectoria óptica.

### 3. Simulación de un sistema de interconexiones ópticas.

A modo de ejemplo se muestra un sistema de interconexión óptica (fig. 2). Se ha elegido este diseño para analizar el comportamiento del simulador en este trabajo debido a que uno de los problemas inherentes en el proceso de transmisión de datos por canales ópticos, es la forma de inyectar o extraer de la fibra hacia otros medios, confinados o no. Los elementos difractivos se han mostrado muy eficientes para implementar este tipo de funciones. En particular, el uso de Elementos Ópticos Holográficos (HOE) se encuentra suficientemente descrito en la literatura [1-3].



**Figura 2:** (a) Dispositivo real para interconexión óptica de canales de información basado en redes de difracción holográficas. (b) Representación gráfica de la simulación del dispositivo.

Esta simulación se ha realizado a partir de los parámetros de fabricación de un sistema real diseñado y fabricado por miembros del grupo [4].

### 4. Implementación del simulador

La implementación del simulador realizada con el lenguaje Java consta de dos partes: los métodos de cálculo para obtener el trazado de rayos y la interfaz de usuario. La primera se adapta muy bien a la Programación Orientada a Objetos (POO) que emplea Java. Podemos pensar en los componentes fotónicos como elementos (objetos) que interaccionan con su entorno (otros objetos). Además, existen entre éstos relaciones de tipo jerárquico, fundamento de la POO (herencia). Para la realización de la interfaz de usuario Java viene dotado de una

librería (*Swing*) que permite desarrollar de forma sencilla interfaces gráficas basadas en ventanas [5].

Una importante ventaja de Java es el obtener una aplicación multiplataforma, al existir versiones de este lenguaje para muchas de las plataformas informáticas actuales (PC con sistema operativo Windows o Linux, Mac,...). Es conocida también la estrecha relación entre Java e Internet, la razón es su desarrollo inicial como medio para insertar ejecutables en código html (*applets*). Aunque el simulador no se ha implementado como *applet* fácilmente puede transformarse en tal, al objeto de poder ser incluido en una página web.

En la realización del simulador se han tenido en cuenta posteriores mejoras o ampliaciones. En particular, en futuras versiones se prevé incorporar un editor de componentes fotónicos, con ello se permitirá modificar y ampliar la librería de componentes disponibles para la simulación.

## 5. Conclusiones.

Se ha desarrollado una primera versión de un simulador de componentes y sistemas fotónicos, con el objeto de facilitar el aprendizaje de los mismos a alumnos que reciben asignaturas del ámbito de la ingeniería electrónica. Cada uno de los componentes se caracteriza por un modelo bien definido por parámetros ópticos y eléctricos. A partir del mismo se realiza una simulación de trazado de rayos que permite analizar el comportamiento del sistema diseñado. Se presenta un ejemplo concreto en el que se describe el comportamiento de un sistema de interconexión óptica.

Para este simulador, Se ha empleado el lenguaje Java para obtener un mismo código ejecutable en las plataformas informáticas más extendidas actualmente.

## Referencias

- [1] Kobolla. "Dichromated gelatine transmission holograms for 1.5  $\mu\text{m}$ . wavelength". J. Mod. Opt. vol 41 n° 1, pp 19-29. 1.994.
- [2] Backlund J, et al.. "Multifunctional grating couplers for bidirectional incoupling into planar waveguides". IEEE Photonics Tech. Letters. 12, n° 3. pp 314-316. Marzo 2000.
- [3] Prongué. D., Herzig, H. P. "Total internal reflection holography for optical interconnections"Opt. Eng 32 n°2, pp 636-642. 1994.
- [4] A. Blesa, C. Medrano, I. Plaza. "Optical interconnection based on holographic gratings: a design example". Workshop "Optics for Information Systems". Valencia, 2001 May 28-30.
- [5] K. Walrath, M. Campione. "The JFC Swing Tutorial. A Guide to Constructing GUIs". Ed. Addison-Wesley. Noviembre 2000.

## Agradecimientos.

Agradecemos la financiación de la Diputación Provincial de Teruel ( OTRI 2001/0303), así como la colaboración de D. Francisco José Martínez Sánchez en la implementación.