

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



Manual de Prácticas

Práctica 3

Dispositivos y Medios de Transmisión Ópticos

Fecha: 06/03/12
Autores: David Sánchez Montero
Carmen Vázquez García

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**



PRÁCTICA 3. CARACTERIZACIÓN DE COMPONENTES PASIVOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Debido a las características inherentes que poseen, las fibras ópticas de plástico (POF) son, en la actualidad, el medio más óptimo de transmisión de información a cortas distancias (menos de 150m), donde se aprovecha su ancho de banda y reducido peso, y no perjudica tanto su atenuación. Así, las POF tienen su campo de aplicación en la industria automovilística, equipos médicos, maquinaria pesada en la industria, video, entretenimiento en vuelos de pasajeros, instrumentación en aviones (donde es preferible la POF a cables, más pesados), redes de área local, comunicación entre PC y periféricos, etc...

Dentro de una red en la cual alguno de sus tramos está basado en comunicaciones ópticas es posible utilizar una serie de dispositivos como elementos de red cuyas características ópticas no pueden modificarse a través de una señal eléctrica: son los dispositivos ópticos pasivos. Hoy en día empiezan a utilizarse un gran número de dispositivos ópticos pasivos para mejorar las prestaciones de la red sin tener que hacer conversiones electroópticas. Los más relevantes son:

- acopladores ópticos
- atenuadores ópticos
- multiplexores en longitud de onda
- filtros en longitud de onda

En esta práctica usted va a caracterizar un acoplador óptico fabricado en fibra óptica de plástico a través de algunos parámetros que los caracterizan. La misión fundamental de este dispositivo consiste en dividir el haz de luz en diferentes caminos ópticos a la vez que se reparte la potencia óptica de entrada entre las diferentes ramas/puertos de salida. Con esto permiten la distribución de señales ópticas a lo largo de diferentes caminos, pudiendo constituir una red de distribución de señales ópticas a un número determinado de usuarios finales.

A modo de ejemplo puede ver en la siguiente figura el uso de un acoplador óptico en fibra óptica de plástico aplicado en la cabina de pasajeros de un avión comercial de los que son utilizados en la actualidad.

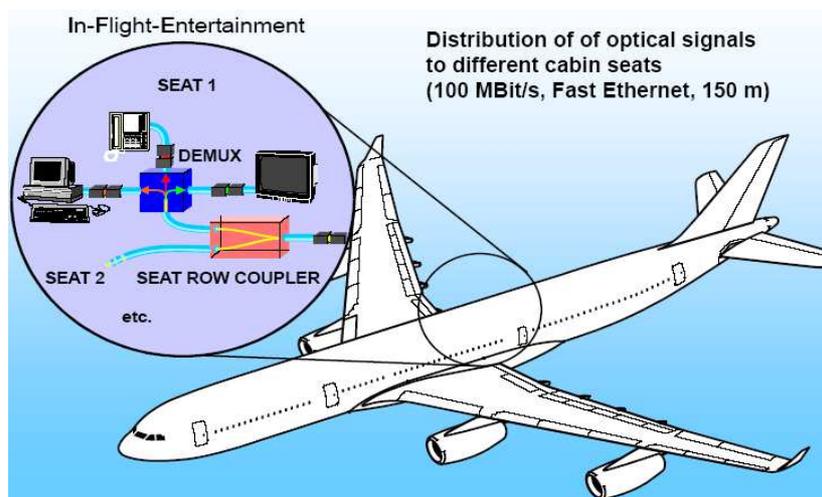


Figura 1. Acoplador con FOP 1x2, aplicado a la cabina de pasajeros en un avión.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE UN ACOPLADOR ÓPTICO

El acoplador que se va a caracterizar, y que le será proporcionado por el profesor, es un acoplador 1x2 o 2x2, es decir un acoplador fabricado con fibras ópticas de plástico, con una/dos ramas de entradas y dos ramas o puertos de salida.

En este apartado se van a definir tres parámetros característicos de los acopladores ópticos y que usted va a calcular a partir de los datos experimentales de esta sección, tales como las pérdidas de inserción, las pérdidas en exceso y el coeficiente de acoplo. Para uniformizar con todos los puestos de laboratorio, por favor siga la notación de los puertos del acoplador según se indica en la Figura 2.

Nota: puede que algunos de los acopladores con los que va a trabajar inicialmente no presenten ningún tipo de notación en sus puertos puesto que son dispositivos bidireccionales (o reversibles), pudiendo funcionar tanto en un sentido de la luz como en otro. Por ello USTED PODRÁ Y DEBERÁ ELEGIR CUALQUIER PUERTO DEL ACOPLADOR COMO ENTRADA. A partir de esa elección, EN CUALQUIER CASO, DEBERÁ SEGUIR Y MANTENER LA NOTACIÓN ABAJO INDICADA.

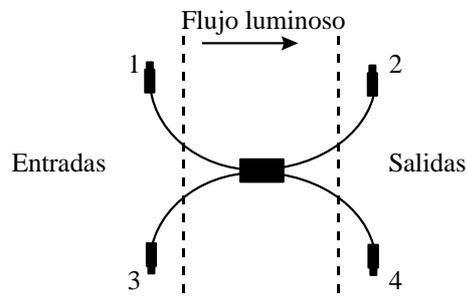


Figura 2.- Notación del acoplador POF.

Como fuente de potencia óptica usted deberá utilizar un conjunto LED+driver similar al que utilizó para el desarrollo de la Práctica 1 de esta asignatura, pero fijando $V_{cc}=+12V$, así como el circuito receptor con el fotodiodo que también utilizó para dicha práctica, con una tensión igualmente de $V_{cc}=+12V$. Puede utilizar la resistencia R_L que en su día calculó para la Práctica 1, aunque se recomienda que traiga un juego de valores de resistencias variado por si necesitara ajustar su valor para una recepción más adecuada de la señal V_{pd} .

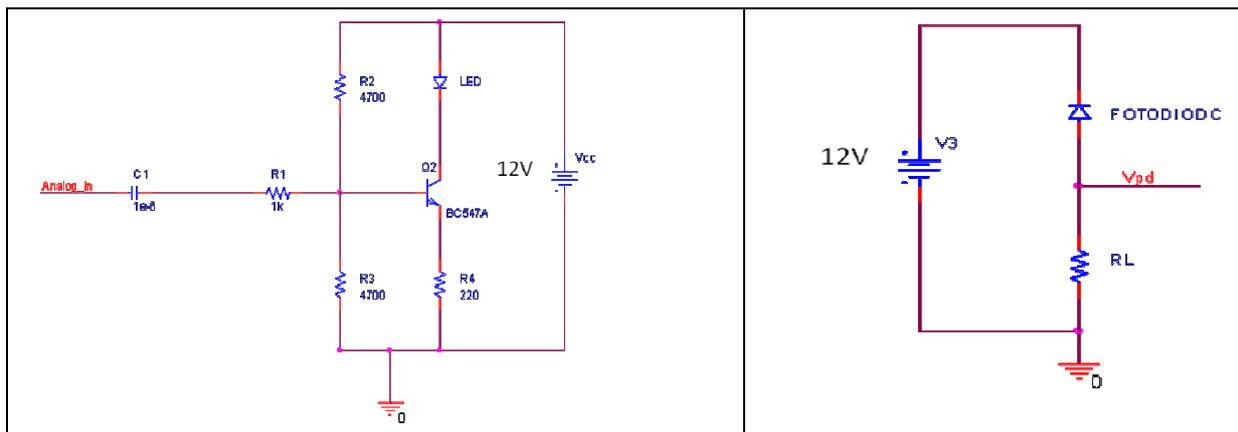


Figura 3.- (Izqda) Circuito emisor LED IF-E96 ; (Drcha) Circuito receptor con el fotodiodo IF-D91.

3.2.1 Medida de la potencia acoplada a la rama de entrada del acoplador

En este apartado usted va a medir la potencia de luz a la entrada del acoplador. Basta con conectar un tramo de POF, lo más corto posible, entre el LED y el fotodiodo y medir la caída de tensión en el fotodiodo, a semejanza de la medida realizada en la Práctica 1, y suponer que toda la potencia



recibida es emitida por el LED despreciando, por tanto, el efecto de la atenuación de la fibra óptica de plástico en la medida que acaba de realizar. Alternativamente, puede comprobar si este valor se corresponde con el valor que en su día tomó para $V_{cc}=+12V$ para el circuito emisor.

Para el cálculo de los diferentes parámetros del acoplador óptico tendrá que realizar conversiones de unidades de dBm a mW y viceversa. Para ello tenga en cuenta la relación ya conocida:

$$P(\text{dBm})=10*\log_{10}[P(\text{mW})/1\text{mW}]; P(\text{mW})=10^{[P(\text{dBm})/10]}.$$

Para el resto de medidas que va a realizar a continuación debe utilizar el circuito receptor con el fotodiodo IF-D91 que usted deberá montar o traer montado.

3.2.2 Pérdidas en exceso

Las pérdidas en exceso del acoplador L_{EXC} , es decir las pérdidas del dispositivo, se definen como:

$$L_{\text{EXC}i} = 10 \log \left[\frac{P_i}{\sum P_j} \right] \text{ (dB)}$$

siendo $i = 1, \dots, N$ entradas
 $j = 1 \dots M$ salidas

donde P_i y P_j están expresadas en unidades de W (ó múltiplos/submúltiplos de ésta, es decir, mW ó μW por ejemplo).

Rellene la siguiente tabla (recuerde que la potencia acoplada a la rama de entrada la midió en el apartado anterior y no necesita volver a medirla). En el caso de que utilice un acoplador 1x2 no necesitará realizar la media de $L_{\text{EXC}3}$.

Salidas		Potencia de entrada		
P_2 (mW)	P_4 (mW)	$\sum P_j$	P_1 (mW)	$L_{\text{EXC}1}$ (dB)
P_2 (mW)	P_4 (mW)	$\sum P_j$	P_3 (mW)	$L_{\text{EXC}3}$ (dB)

3.2.3 Pérdidas de inserción

Este parámetro nos indica la atenuación en cada una de las salidas, respecto a una entrada. Es decir, este parámetro se refiere a las pérdidas asociadas a un camino en concreto. Las pérdidas de inserción se definen como:

$$L_{ij} = 10 \log \left[\frac{P_i}{P_j} \right] \text{ donde } i \text{ representa las entradas y } j \text{ las salidas.}$$

Rellene la siguiente tabla con las medidas necesarias (ya realizadas en apartados anteriores). Igualmente, si utiliza un acoplador 1x2 no tiene sentido el cálculo de L_{32} y L_{34} .

P_1 (mW)	P_2 (mW)	P_4 (mW)	P_3 (mW)	P_2 (mW)	P_4 (mW)
L_{12} (dB)		L_{14} (dB)		L_{32} (dB)	

- a) ¿Son iguales las pérdidas medidas en este apartado que las del apartado anterior? ¿Por qué?

3.2.4 Coeficiente de acoplo

El coeficiente de acoplo nos indica, sin tener en cuenta las pérdidas, el porcentaje de luz que sale por cada una de las puertas. La tasa de acoplo se define como:

$$R_j = \frac{P_j}{\sum P_j} (\%) \text{ siendo } j \text{ la salida}$$

El coeficiente de acoplo k se define de forma general, como la cantidad de potencia luminosa que tenemos en una de las salidas del acoplador, cuando introducimos luz por su entrada correspondiente. De manera esquemática:

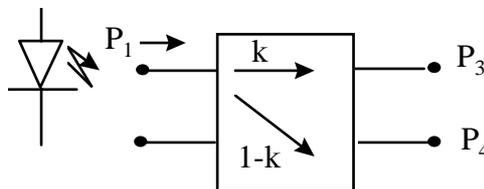


Figura 4.- Definición de la constante de acoplo k .

P_3 (mW)	P_4 (mW)	$\sum P_j$

$R_3(\%)=k$	$K_4(\%)$

En este punto usted ya tiene caracterizado su acoplador óptico de fibra óptica de plástico. A partir de los datos obtenidos a partir de las tablas anteriores, responda a las siguientes cuestiones (para ello no necesita realizar ningún tipo de medida):

- b) Siguiendo una topología en árbol en la que se conectan únicamente acopladores (su acoplador caracterizado) entre sí, es decir, no existen tramos intermedios de POF con longitudes de fibra, ¿Cuál es el número máximo de usuarios que podrían ser distribuidos utilizando el emisor y el receptor empleados para esta práctica? Considere que el fotodiodo IF-D91 presenta una sensibilidad mínima de -45dBm. Considere la unión entre 2 acopladores mediante un conector de fibra óptica con una penalización en potencia de 0.5dB.



- c) Comente varias estrategias que se podrían adoptar para aumentar el número de usuarios a los que distribuir una determinada señal óptica.

3.3 ENLACES A LAS HOJAS DE CATÁLOGO DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS EN ESTA PRÁCTICA

- **Emisor LED IF-E96 (Industrial Fiber Optics, Inc.)**

<http://i-fiberoptics.com/pdf/IFE96.pdf>

- **Fotodiodo receptor IF-D91 (Industrial Fiber Optics, Inc.)**

<http://i-fiberoptics.com/pdf/IFD91.pdf>

- **Transistor BJT BC547 driver emisor**

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/fairchild/BC547.pdf>

- **Fibra óptica de plástico (SI-POF)**

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/6/0eufkxe7r756pwtsw5t0ykc1agyy.pdf>

- **Acoplador de fibra óptica de plástico (Industrial Fiber Optics, Inc.)**

<http://www.i-fiberoptics.com/pdf/CoupSplitr.pdf>