

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



Manual de Prácticas

Práctica 2

Dispositivos y Medios de Transmisión Ópticos

Fecha: 06/03/12
Autores: Juan Carlos Torres Zafra
David Sánchez Montero
Carmen Vázquez García
Salvador Vargas Elías
José Manuel Sánchez Pena
Pedro Contreras Lallana

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**



PRÁCTICA 2. CARACTERIZACIÓN DE UN ENLACE DE FIBRA ÓPTICA DE PLÁSTICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En esta práctica se pretende que el alumno evalúe alguna de las características principales de los sistemas de comunicaciones ópticas.

Para ello se empleará un sistema de comunicaciones mediante fibra óptica de plástico con modulación digital para, a través de la respuesta frente a un escalón, deducir el ancho de banda (BW) del sistema.

2.2 MEDIDA DEL ANCHO DE BANDA EN SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS CON MODULACIÓN DIGITAL

2.2.1 Introducción

Los *drivers* (circuitos excitadores) para LED son fáciles y simples de implementar debido a que la potencia óptica de emisión es proporcional a la corriente a través del dispositivo, como se pudo comprobar en la sesión 1. Estos circuitos se pueden clasificar en dos tipos, según se utilicen para transmisión analógica o digital de la información. El driver HFBR-1528 propuesto para esta sección es ampliamente usado en transmisiones digitales, a diferencia del circuito mostrado en la Figura 1 de la Sesión 1 y con el que ha estado trabajando hasta ahora.

Los *drivers* de transmisión digital se clasifican a su vez en 2 grandes bloques, en función del modo de atacar la corriente por el LED: serie y paralelo. Los *drivers* serie (Figura 1(a)) sólo consumen la mitad de la potencia pero generan más transitorios en la alimentación cuando el LED conmuta. Los *drivers* paralelo (Figura 1(b)), en cambio, se alimentan a corriente constante, minimizando el ruido acoplado al receptor a través de la alimentación. Además, presentan baja impedancia en la conexión con el LED, consiguiendo un tiempo de descarga del LED pequeño.

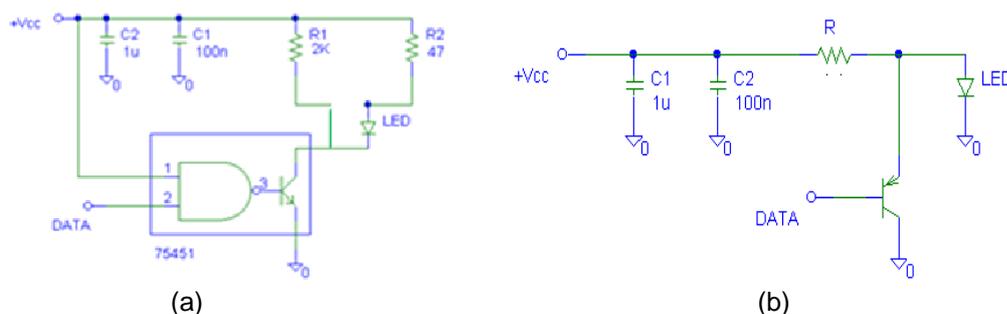


Figura 1.- (a) Esquemático del driver serie HFBR-1528 de HP. (b) Esquemático de driver paralelo (fuente: HP).

2.2.2 Drivers HFBR-1528 y HFBR-2528: funcionamiento

Observe la Figura 2 donde se muestra el driver que se utiliza para un enlace con fibra óptica a 10MBd.

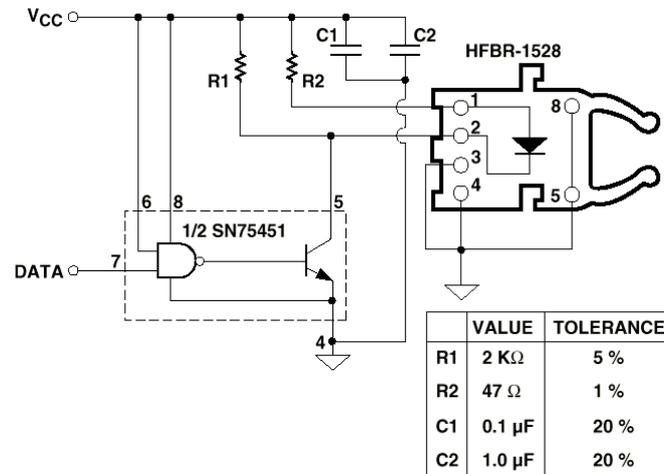


Figura 2.- Driver del HFBR-1528 (fuente Avago Technologies).

La configuración del transistor, en serie con el diodo LED (en emisor común), indica que se trata de un *driver* serie. El modo de funcionamiento del circuito es de tal forma que:

- Si la entrada DATA se encuentra a nivel lógico '0', la salida de la NAND se sitúa a '1' y por tanto el transistor se encuentra saturado. El LED se polariza en directa, circula corriente y emite.
- Si por el contrario, la entrada DATA se encuentra a nivel lógico '1', la salida de la NAND se encuentra a '0' y el transistor se corta. De esta forma, el LED no emite.

Fíjese en la resistencia R_1 colocada en paralelo con el LED y R_2 . Esta resistencia ofrece un camino de baja impedancia para la descarga del condensador parásito del LED, cuando el transistor conmuta a corte. Así, disminuye el tiempo de bajada, siendo cada vez menor en función del valor de R_1 . R_1 fijada a 2K Ω , asegura unos tiempos de subida y bajada que producen una distorsión mínima del ancho del pulso (PWD) aunque estas consideraciones del diseño quedan fuera del ámbito de estas prácticas.

En las hojas de catálogo puede encontrar, además de toda la información sobre el kit de fibra óptica de plástico, el catálogo del integrado 75451. Este circuito es un *driver* integrado, con niveles de entrada lógicos TTL, tiempos de conmutación y de subida muy pequeños. Se destacan dos aspectos en este circuito:

- Los tiempos de subida y bajada son menores que los del diodo LED (13ns y 10ns respectivamente, consulte las hojas de catálogo), por tanto el *driver* no limita la respuesta dinámica del diodo. Se define el tiempo de subida como el tiempo necesario para que la salida del sistema pase del 10% al 90% de su valor final. Análogamente, se define el tiempo de bajada como el tiempo necesario para que la señal de salida pase del 90% del valor inicial al 10% de dicho valor.
- Se denomina **retardo del driver** a la diferencia de tiempo que transcurre entre que la señal de entrada cambia de valor y la emisión del LED actúa de manera consecuente (emite o deja de emitir). Este retardo viene impuesto principalmente por el tiempo de conmutación del 75451.

De igual manera, el receptor óptico que se utilizará es el modelo HFBR-2528 de Avago Technologies. Esta etapa en el enlace de fibra óptica, por su parte, también puede ser crítica a la hora de limitar el ancho de banda (y consecuentemente la tasa máxima, bits por segundo-Bps, de información que se puede transmitir). El esquema del circuito driver que se va a emplear para la etapa de recepción puede verse en la Fig. 3.

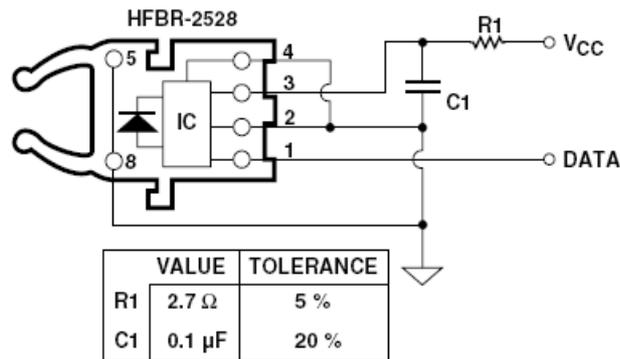


Figura 3.- Driver del HFBR-2528 (fuente, Avago Technologies).

2.2.3 Medida del ancho de banda

El montaje que va a realizar consiste en:

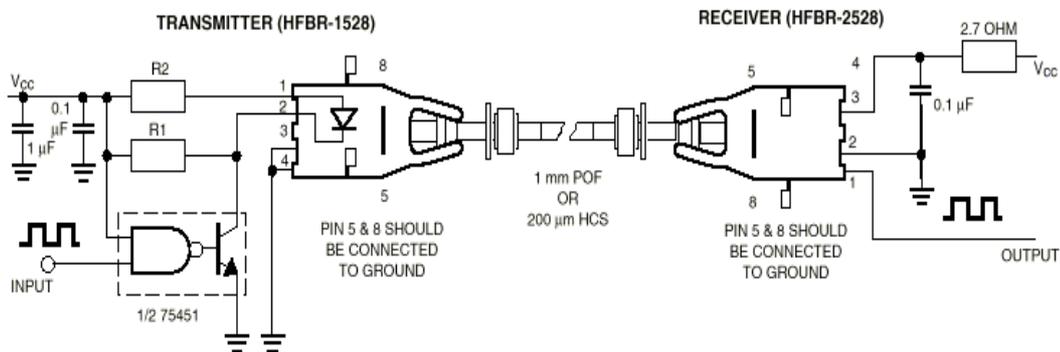


Figura 4.- Enlace de comunicaciones por fibra óptica de plástico conexionado mediante el HFBR-1528 y HFBR 2528.

La luz, al propagarse por la fibra, sufre un fenómeno denominado **dispersión**, que se traduce en las comunicaciones digitales en un ensanchamiento del ancho del pulso transmitido (PWD, Pulse Width Distorsion). Este fenómeno, limita por tanto la velocidad máxima de transmisión, o lo que es lo mismo, la capacidad del canal. Esta dispersión, en la fibras multimodo, depende del tipo de fibra (ya sea de índice gradual o abrupto) y de su longitud. Un parámetro estándar para cuantificarla es el producto **longitud x ancho de banda**, que es una constante propia del canal de transmisión, y en el caso de la fibra óptica de plástico (POF) tiene un valor de:

$$BW \times L \approx 2.5GHz \cdot m$$

A la hora de diseñar un enlace, un criterio conservador para evitar la interferencia entre símbolos, ocasionada por la dispersión modal, es limitar la velocidad máxima de transmisión (B_T) a $(2\tau)^{-1}$ con τ el ensanchamiento máximo experimentado por el pulso.

Este fenómeno de ensanchamiento, PWD o *Pulse Width Distortion*, engloba tanto las características dinámicas de emisor y receptor como la distorsión propia de la fibra. El PWD se define como la diferencia entre el ancho del pulso recibido y el transmitido, y se establece el siguiente modo de medida:

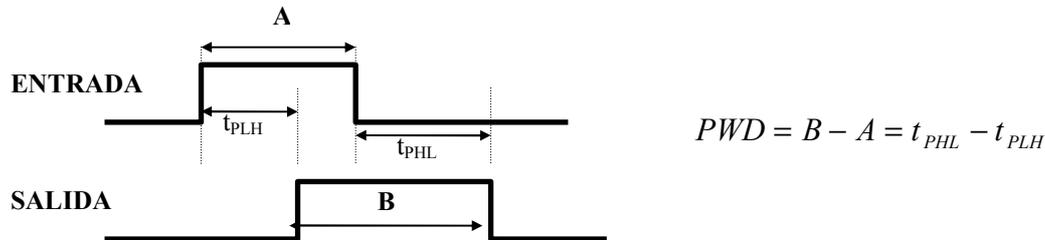


Figura 5. Medida de la distorsión del ancho de pulso (PWD) en el enlace por fibra.

- Previamente a la medida de PWD, verifique que el emisor emite potencia óptica. Para ello conecte a la entrada Vcc del emisor 5 voltios a partir de la fuente de alimentación (terminal rojo o positivo). A su vez, conecte la entrada GND y la entrada DATA (INPUT en Fig.4), ambas, a la borna negra o negativa de su fuente de alimentación. En este punto deberá observar luz emitida por el emisor LED (HFBR-1528). Si no consigue generar señal luminosa acuda a su profesor de prácticas.
- Conectore el tramo de fibra óptica de plástico, de aprox. 5m, que se le entregará al principio de la sesión, al emisor y receptor HFBR-2528 que se proporcionan en la placa de prácticas. De esta manera tendrá usted implementado el enlace mostrado en la Figura 4.
- Coloque a la entrada DATA (INPUT) del emisor el generador de funciones conectado en el terminal TTL/CMOS (este terminal proporciona una señal cuadrada (0-5V) a la frecuencia seleccionada) de frecuencia 100KHz con ciclo de trabajo 20% (para ello utilice el botón SYMMETRY). Visualice esta señal en el osciloscopio. Puede hacer una foto con el móvil para adjuntarla a la memoria si lo desea. Recuerde que ha de alimentar la placa a 5V tanto para el emisor como para el receptor y que ambas masas, del emisor y receptor respectivamente, han de estar conectadas al mismo punto eléctrico.
- Coloque una sonda del osciloscopio en la entrada DATA del emisor y coloque la otra sonda del osciloscopio en el terminal OUTPUT del receptor. Deberá visualizar ambas señales en el osciloscopio. Intente hacer una fotografía con el móvil de la pantalla del osciloscopio para poder adjuntarla a la memoria final.
- Según la Figura 5 determine el valor del PWD (que corresponde con el parámetro τ definido anteriormente) a partir de la respuesta obtenida en recepción.
- ¿Cuál es la velocidad de transmisión máxima del enlace?
- ¿Cuál es el ancho de banda del sistema de comunicaciones por fibra óptica de plástico propuesto?
- Calcule el producto ancho de banda por longitud (BWxL) que haya obtenido para **su enlace de comunicaciones ópticas**.
- Compárelo con el producto ancho de banda por longitud (BWxL) teóricamente propuesto para una fibra óptica de plástico de salto de índice. ¿Qué diferencias existen entre ambos? ¿Consideran ambos valores los mismos elementos del enlace?



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

- **Integrado sn7451N driver emisor (Texas Instruments)**

http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/228/332298_DS.pdf

- **Emisor LED HFBR-1528 y receptor óptico HFBR-2528 (Avago Technologies.)**

<http://www.avagotech.com/docs/AV02-0909EN>

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

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