

Pérdidas por múltiples curvaturas en fibras ópticas de plástico de alta y baja apertura numérica

J. Lou, I. Garcés, J. Mateo, A. Losada

Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones

Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza

C/ María de Luna 3, 50015, Zaragoza

E-mail: jlou@tscl.cps.unizar.es

Abstract: In this work, we study the behavior when bending high and low numerical aperture plastic optical fibers (POF) to assess radiation losses in POF-in-the-home applications. Results show that low numerical aperture POFs present lower bending losses than conventional POFs.

1. Introducción

El uso de las fibras ópticas de plástico para aplicaciones de transmisión de datos en el hogar aparece como una solución que suscita un considerable interés [1] debido a su bajo coste de instalación y mantenimiento. Dos limitaciones aparecen, no obstante, en su posible aplicación en entornos domóticos: un bajo ancho de banda para las nuevas aplicaciones de transmisión de datos en el hogar y un aumento de las pérdidas de los enlaces debido al número no despreciable de curvaturas que aparecerán en la instalación de las fibras en dicho entorno. Con la aparición de fibras de plástico de baja apertura numérica, que mejoran los anchos de banda de las fibras de plástico convencionales hasta valores mayores de los 100 MHz en 100 m [2], se trata de solucionar estas limitaciones, aunque podría esperarse una mayor sensibilidad frente a las curvaturas en este tipo de fibras debido al acercamiento de índices entre núcleo y revestimiento.

En esta comunicación se ha desarrollado un estudio de las pérdidas que presentan fibras ópticas de plástico de alta y baja apertura numérica al estar sometidas a múltiples curvaturas de cara a evaluar su posible utilización en enlaces domóticos.

2. Descripción del sistema de medida

Se ha realizado un análisis de la respuesta ante curvaturas de dos tipos de fibra de plástico: una de apertura numérica 0.47 (HFBR-RUS500 de HP) y otra de ancho de banda mejorado y apertura numérica 0.32 (PMU-CD1002-22-E de TORAY [2]). Como fuente se ha utilizado un emisor S760 de la casa FOTEC, que contiene un LED que emite a 665 nm. El medidor de potencia óptica utilizado fue el FM300 de FOTEC, que contiene un detector de silicio. Para realizar las curvaturas se han empleado unos mandriles cilíndricos escalonados cuyo radio varía con la altura. En la figura 1 se muestra un ejemplo de montaje realizado basado en la referencia [3].

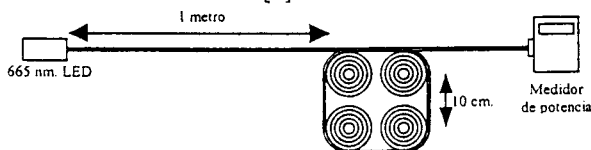


Figura 1: Ejemplo de montaje realizado, en este caso utilizando la configuración 1.1.

Se han dispuesto distintos experimentos con cada una de las fibras, variando la configuración de los mandriles, así como el radio de curvatura, que puede elegirse entre 4.5, 3.5, 2.5, 1.5 y 0.5 cm. Los mandriles se han colocado en distintas configuraciones para estudiar cómo afecta a las pérdidas realizar curvaturas de cuarto de vuelta, de media vuelta o de vuelta entera, siempre en el mismo sentido o en sentidos alternos. Las distintas configuraciones se muestran en la figura 2.

Se han realizado múltiples medidas sobre 3 latiguillos distintos de fibra de cada tipo de unos 4 metros de longitud para obtener mayor fiabilidad en los resultados.

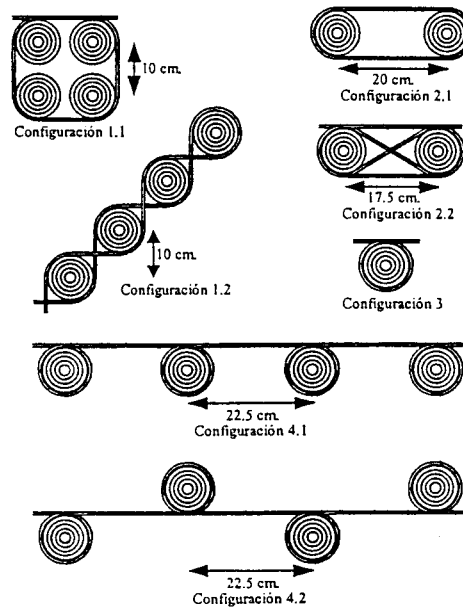


Figura 2: Configuraciones utilizadas en las medidas.

3. Resultados obtenidos

En primer lugar se estudió la influencia de la distancia entre los mandriles y se observó que no existían diferencias sustanciales separando los mandriles distancias mayores de 10 cm, ya que la distribución de los rayos tras pasar una curva se estabiliza en un tramo de fibra más corto.

En la figura 3 se presentan las pérdidas de la fibra al someterla a 10 cuartos de vuelta de diferentes radios para la configuración 1.1, que es la más

habitual en entornos reales. Según el estándar 79 del ATM-Forum [4] para fibra de baja apertura numérica estas pérdidas han de ser menores de 0.5 dB para un radio de curvatura de 1 pulgada (aprox. 2.5 cm), lo que se cumple en los dos tipos de fibra estudiados. Por encima de este radio las pérdidas son menores y por debajo la atenuación aumenta drásticamente.

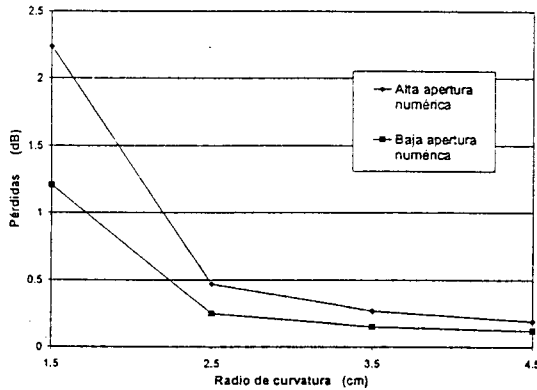


Figura 3: Configuración 1.1. Pérdidas para 10 cuartos de vuelta.

Por este motivo tomamos como referente para estudiar el comportamiento de la fibra para el resto de configuraciones el caso de radio de curvatura 2.5 cm.

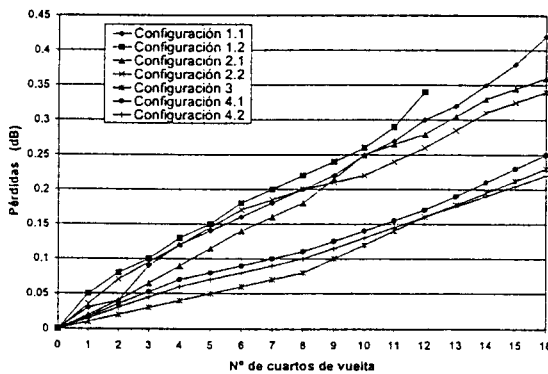


Figura 4: Fibra de baja apertura numérica. Radio 2.5 cm.

Analizando las figuras 4 y 5 se pueden observar ciertos patrones de comportamiento que coinciden en general con los resultados del estudio:

a) Se observa que la fibra de baja apertura numérica se comporta mejor en todos los casos que la de alta apertura numérica.

b) Las configuraciones 1.1 y 1.2 presentan más pérdidas que el resto. Del mismo modo las configuraciones 2.1 y 2.2 presentan más pérdidas que las configuraciones 4.1 y 4.2 y éstas más pérdidas que la configuración 3. Esta configuración es la que representa mejor las pérdidas por curvatura como tales, ya que presenta un número menor de transiciones entre tramos rectos y curvados. En el resto de las configuraciones existen más transiciones por cuarto de vuelta: en las configuraciones 1.1 y 1.2 se da una transición recta-curva y una transición curva-recta por cada cuarto de vuelta, mientras que en las configuraciones

2.1 y 2.2 se da una transición por cuarto de vuelta y en las configuraciones 4.1 y 4.2 media transición, lo que provoca unas pérdidas mayores en las configuraciones con mayor número de transiciones. Las pérdidas de transición observadas se deben a la redistribución de energía correspondiente a la conversión de la distribución de rayos propia de la fibra recta a la distribución propia de la fibra curvada [5]. En cualquier caso son menores en la fibra de baja apertura numérica.

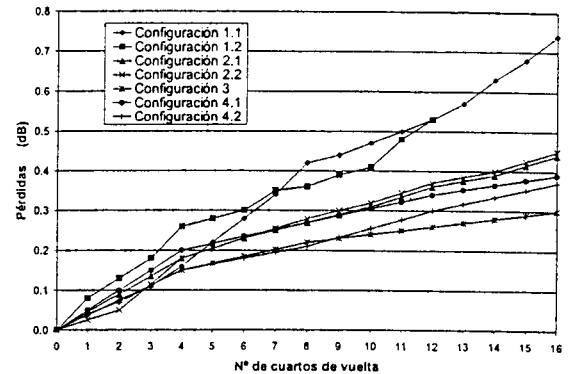


Figura 5: Fibra de alta apertura numérica. Radio 2.5 cm.

c) Las pérdidas son similares entre configuraciones con las curvas en un único sentido y las que tienen sentidos alternos (1.1 y 1.2, 2.1 y 2.2 y 4.1 y 4.2).

4. Conclusiones

Se ha comprobado que las pérdidas en fibras ópticas de plástico por múltiples curvaturas (hasta 16) para un radio de 2.5 cm o mayor son menores de 1 dB en todas las configuraciones estudiadas. Por tanto, sus posibilidades para una futura implantación en una red horizontal con curvaturas frecuentes como puede ser una red del hogar son muy prometedoras, sobre todo en el caso de las fibras de baja apertura numérica. Las pérdidas, debidas a radiación de rayos y transiciones entre tramos rectos y curvos, aumentan drásticamente por debajo de ese radio.

Referencias

- [1] K. Shimada, S. Takahashi and T. Yamamoto, "Digital Home Networks with POF". International POF Conference'99 Proceedings, pp. 129-132, July 1999.
- [2] Optical Fiber Sales Section, Data Sheet: "RAYTELA. Polymer Optical Fiber". Toray Industries Inc.
- [3] Club des Fibres Optiques Plastiques, "Plastic Optical Fibres: Practical Applications". John Wiley & Sons, 1997.
- [4] ATM Forum, "155 Mb/s Plastic Optical Fiber and Hard Polymer Clad Fiber PMD Specification Version 1.1. AF-PHY-0079.001". January 1999.
- [5] J. Capmany, F. J. Fraile-Peláez y J. Martí, "Fundamentos de comunicaciones ópticas". Síntesis, 1998.