

PROPOSICIÓN DE UN SENSOR INDICADOR DE PRESENCIA DE LIQUIDOS BASADO EN LA INTERRUPCION DE REFLEXION CON FIBRAS OPTICAS PLASTICAS

M. Lomer, L.M. Villaverde, J. Echevarría, J.L. Arce-Diego, 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

Abstract. Plastic optical fibers technology permit to accomplish simple optical devices, with low cost and multiples applications. In this communication we propose on plastic optical fibers sensor based on the interruption of the internal total reflection in presence of liquids.

1. Introducción

El interés de la utilización de fibras ópticas plásticas (POF) en comunicaciones y en la industria se han incrementado de manera importante en los últimos años [1]. En efecto, las fibras POF presentan, para el guiado de la luz visible, ventajas bien conocidas: facilidad de utilización, diámetro y apertura numérica elevada, flexibilidad y bajo coste. Los dispositivos que se pueden diseñar con las fibras POF permiten aprovechar plenamente estas ventajas, evitando el empleo de otros dispositivos ópticos más costosos y de ajustes muy delicados.

Existen varios métodos, utilizando fibras ópticas, que permiten la detección de presencia de líquidos, ya sea por interrupción de transmisión, detección multipunto o por interrupción de reflexión. La emisión y detección de la señal luminosa se efectúa con fibras ópticas independientes. En el presente trabajo se propone un sensor óptico para detectar la presencia de líquidos utilizando una sola fibra basado en la interrupción de la reflexión total interna, donde el extremo de salida de la fibra ha sido pulida en forma cónica. La fuente de luz es un diodo LED y el detector un fotodiodo de tipo PIN.

2. Descripción del sensor propuesto

En la figura 1 se muestra el esquema del sensor propuesto. Su funcionamiento se basa en la detección de la intensidad de la luz reflejada en la extremidad de la fibra, que es terminada en cono, y donde se produce la reflexión total interna. La luz reflejada es transferida a través del acoplador y detectada por el fotodiodo. En el caso de que el medio sea el aire, éste indicará un nivel alto de intensidad, mientras que con la presencia de un líquido, por ejemplo agua, se interrumpe gran parte de la reflexión, decayendo la intensidad detectada. De esta forma, de

manera sencilla, se detecta la presencia de líquidos.

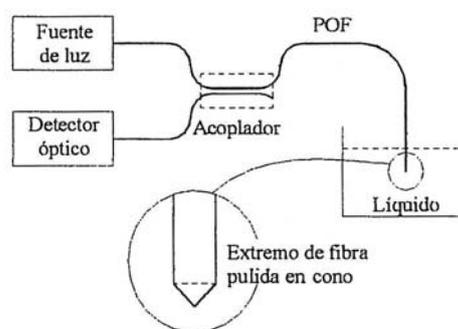


Figura 1. Esquema del sensor indicador de presencia de líquidos con fibras ópticas plásticas.

La extremidad de la fibra es pulida en forma de cono, donde el ángulo de la base corresponde a la obtención de una reflexión total para los rayos que se propagan axialmente. Esta forma de pulido de la fibra evita la utilización de prisma de los sistemas clásicos. Para facilitar el pulido con el ángulo deseado del cono, la fibra es ubicada en un soporte de teflón (figura 2).

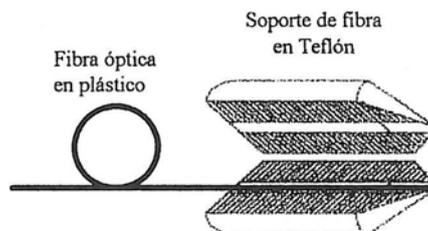


Figura 2. Soporte de pulido cónico de la fibra óptica plástica.

3. Cálculo de propagación

Las dimensiones de la fibra POF (1 mm de diámetro) autoriza los cálculos mediante la óptica geométrica [2]. Con las características de la fibra óptica en plástico empleada, a base de polimetilmetacrilato (PMMA), de índice de núcleo $n_1=1.492$ y de cubierta $n_2=1.402$, se pueden calcular las condiciones de reflectividad en la extremidad de salida de la fibra. En la figura 3, se muestran la curva de la reflectividad de Fresnel para dos condiciones: fibra-aire y fibra-agua. El índice del agua es $n=1.33$. Se observa que para el primer caso de interfaces fibra-aire, la reflectividad total se obtiene a partir de una incidencia de 50° . Para este mismo ángulo, pero con presencia de agua en el extremo, la reflectividad es prácticamente nula.

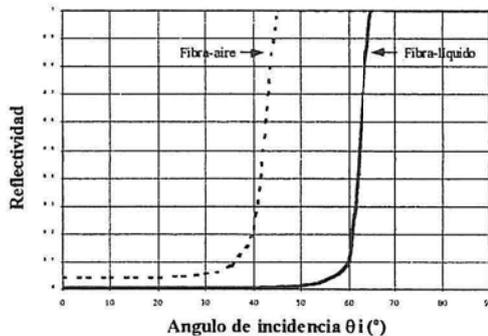


Figura 3. Curva de reflectividad de Fresnel en la extremidad de una fibra óptica plástica en contacto con el aire y el agua.

De otro lado, el ángulo límite en el interior de la fibra es de $\approx 70^\circ$, que corresponde al mínimo ángulo que deberán tener los rayos para propagarse en la fibra. En la extremidad de la fibra, teniendo en cuenta el aire, el ángulo límite es de $\approx 42^\circ$. Luego, para que un rayo se refleje totalmente en las interfaces fibra-aire deberá ser superior a 42° . Con un corte recto de la extremidad de la fibra, el ángulo de incidencia sería 20° , por lo que el rayo se transmite en el medio del aire. En cambio, si la extremidad de la fibra termina en cono, con un ángulo de inclinación de 45° , el rayo incidente observaría un ángulo de 65° , por lo que se reflejaría totalmente. En presencia de un líquido, la

reflectancia caería $\approx 50\%$, que sería el caso límite, mientras la gran parte se transmitiría.

De esta forma, teniendo en cuenta las características de la fibra POF, la realización de un cono en su extremidad (con un ángulo de base de 45°) permite obtener un dispositivo que refleje la luz en condiciones normales, y se transmita gran parte, en presencia de un líquido. Esta variación de la intensidad luminosa es registrada por el detector, que asociada a un sistema visual o sonoro indicara su presencia.

4. Conclusión.

Se ha diseñado, de manera sencilla, un sensor indicador de presencia de líquidos basado en una sola fibra óptica en plástico. Las primeras medidas experimentales efectuadas confirman las previsiones teóricas. Se ha mostrado, así mismo, que con la tecnología de las fibras ópticas plásticas, es posible realizar dispositivos de ópticos de manera sencill para diferentes aplicaciones y de bajo coste.

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] Lee L. Blyder, Jr, "Plastic Optical fiber technology for telecommunications", OFC'98 Technical Digest, p.306 Madrid, September 1998.
- [2] m. Born and E. Wolf, "Principles of Optics", Pergamon Press, Oxford 1970.