

MEDIDA DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE UN MEDIO EXTERNO MEDIANTE REDES DE DIFRACCIÓN DE PERIODO LARGO EN FIBRA ÓPTICA

A. Quintela, D.A. Gonzalez Fernández, O. M. Conde, S.W. James*, J. M. López Higuera

Grupo de Ingeniería Fotónica - Universidad de Cantabria
E.T.S.I.I. y Telecomunicación Avda. de los Castros s/n 39005 Santander
Tlfno: 942 200877 Ext: 16 Fax 942 200877

aquintela@teisa.unican.es

* Optical Sensors Group, Centre for Photonics and Optical Engineering, Cranfield University, Cranfield, Bedford MK43 OAL, UK

1. Introducción

En los últimos años se ha venido incrementando el uso de sensores ópticos en multitud de campos (química, ingeniería civil, biomedicina, etc). Este tipo de sensores presentan ciertas ventajas respecto a sensores convencionales como es el hecho de reducido tamaño, inmunidad a interferencias, posibilidad de interrogación a largas distancia, etc. Por otro lado tiene como inconveniente que por norma general los equipos necesarios para realizar medidas (fuentes de luz, fotodetectores, etc) tienen un coste elevado.

Muchas son las técnicas usadas en estos sensores (interferometría, espectrometría, redes de difracción, etc) pero de entre estas cabe destacar por su gran avance y evolución las redes de difracción en fibra óptica. Estos dispositivos presentan adicionalmente la ventaja de ser totalmente compatible con la fibra óptica además de poderse realizar una multiplexación en longitudes de onda, lo que se traduce en la posibilidad de conexión en serie de varios sensores consiguiendo de este modo una medida cuasidistribuida. Dentro de estas hay que distinguir entre las redes de difracción de periodo corto (RDFO) y las redes de periodo largo (LPG).

Los sensores basados en redes de difracción han sido usados para la medida de diversos parámetros (deformación, temperatura, presión, parámetros químicos, etc). En un primer momento su uso se centro tan sólo en los de periodo corto pero con el paso del tiempo los de periodo largo han venido siendo utilizados con más asiduidad. En este artículo se presenta el uso de LPG's para la medida de la concentración de "Ethylene Glycol" basándose en la medida del índice de refracción externo al LPG.

2. Redes de Difracción de periodo largo (LPG)

Un LPG consiste en una variación periódica del índice de refracción del núcleo de una fibra óptica. El periodo de un LPG toma valores típicamente entre 100 μm y 1 mm. Como consecuencia de ello se produce un acoplo entre el modo fundamental de propagación y modos de cubierta. Este acoplo se rige por una condición de fase, que depende de la diferencia de índice de refracción efectivo entre los modos de cubierta y el modo fundamental, así como del periodo del LPG, de acuerdo a la siguiente expresión

$$\lambda_n = [n_{ef}(\lambda_n) - n_{cub}^{(n)}(\lambda_n)] \cdot \Lambda \quad (1)$$

donde λ_n es la longitud de onda de acoplo, n_{ef} es el índice efectivo de propagación en el núcleo, $n_{cub}^{(n)}$ es el índice efectivo de propagación del modo n en la cubierta y Λ es el periodo del LPG. Debida a que los modos de cubierta sufren una altísima atenuación, el espectro de

transmisión de un LPG contiene una serie de bandas de atenuación centradas en las longitudes de onda en las cuales se ha producido un acoplo entre el modo fundamental y los modos de cubierta [1] (Fig1).

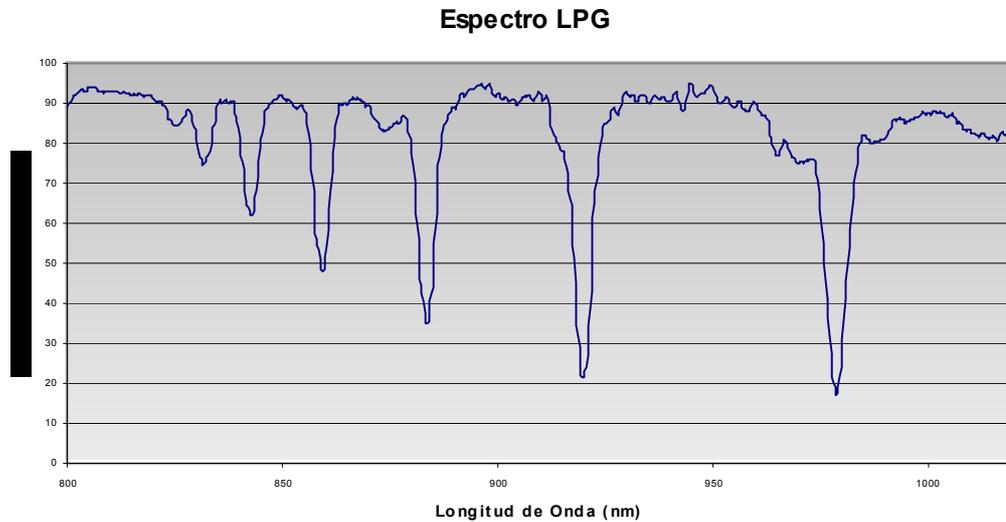


Figura 1. Espectro de un LPG usado durante las medidas

Debido a la dependencia que existe entre el índice efectivo de los modos de cubierta y el índice de refracción exterior, cuando uno aumenta el otro también lo hace, se puede usar la estructura de un LPG como transductor para la medida del índice de refracción del medio externo. Una variación en el índice de refracción externo acarrea un cambio en el valor de las longitudes de onda de los picos de cada una de las bandas de atenuación de su respuesta espectral [2,3].

3. Medidas experimentales

Para la realización de las medidas se ha usado LPG's grabados en una fibras ópticas fotosensibles de sílice codopadas con germanio y boro (Fibrecore PS750) cuya longitud de onda de corte es 750 nm. Los LPG's se han fabricado exponiendo 40 mm de la mencionada fibra a un patrón de franjas de luz ultravioleta de 400 μm de periodo, obtenido iluminando una máscara de amplitud con luz UV de 266 nm de longitud de onda. Inyectando en el LPG la radiación óptica proveniente de una fuente de luz blanca el espectro de transmisión fue medido con un espectrómetro de CCD controlado por ordenador (Oceans Optics S2000), que tiene un rango de medida de 500 a 1100 nm (Fig. 2)

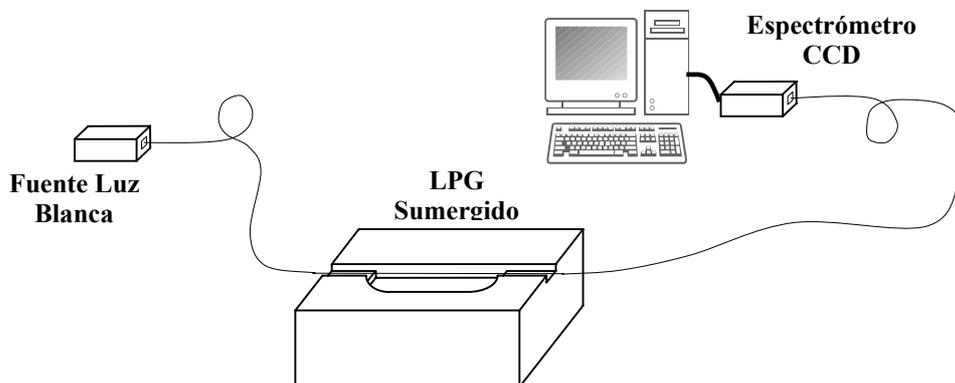


Figura 2. Montaje de medida

Los LPG se sumergieron en mezclas de agua destilada y Ethylene Glycol con diferentes valores de concentración (entre el 0% y el 100% en pasos de 20 %). Cada una de las medidas se hizo a temperatura estable y con el LPG con una cierta tensión. En cada una de las medidas se midió el espectro de transmisión, determinando en cada caso la longitud de onda de los picos de atenuación. Por lo tanto para cada una de las medidas se obtuvo un valor de desplazamiento en esa longitud de onda en relación con el obtenido sin sumergir el LPG. Una muestra de los resultados obtenidos se refleja en la figura 3.

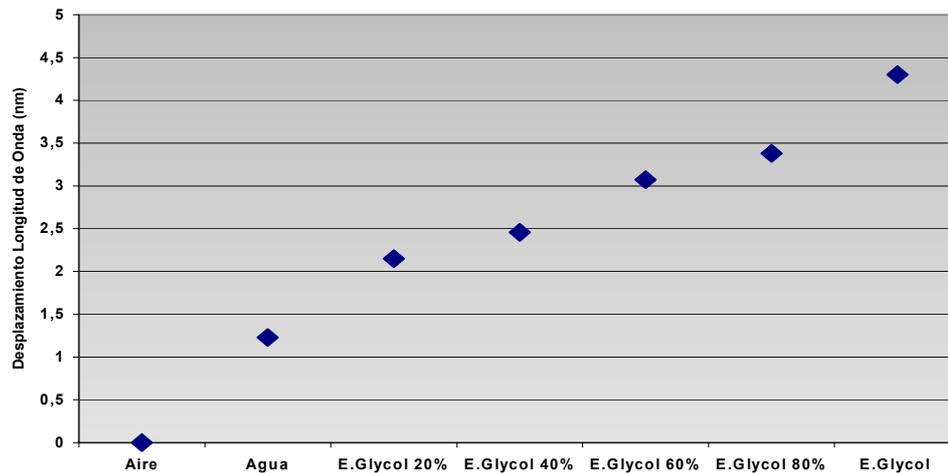


Figura 3. Desplazamiento en longitud de onda para concentración

4. Conclusiones

Se ha presentado y demostrado el uso de redes de difracción de periodo largo (LPG) como estructura transductora para la medida de la concentración de Ethylene Glycol en una solución acuosa, basándose en que el índice de refracción de la solución es función de la concentración de la misma.

Bibliografía

- [1] V.Bathia, A.M. Vengsarkar, Opt.Lett **21** (1996) 692
- [2] B.H. Lee, Y. Liu, S.B. Lee, S.S. Choi, J.N. Jang , Opt.Lett **22** (1997) 1769
- [3] H.J. Patrick, A.D. Kersey, F. Bucholtz, IEEE J. Lightw. Technol. **16** (1998) 1606

Agradecimientos

Los trabajos presentados en esta comunicación fueron en parte financiados por el Ministerio Español de Ciencia y Tecnología a través del Proyecto TIC-2001-0877-C02-01 SuGARUS. Los autores también quieren agradecer al “Optical Sensors Group” de la Cranfield University por su ayuda a la hora de la realización de las medidas.