



Desarrollo de sensores interferométricos de fibra óptica para el monitoreo de la calidad de agua

Dr. Jorge Luis Camas Anzueto (SNI-1)

Grupo de fotónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Dr. Víctor Iván Ruiz Pérez (SNI-1)

Grupo de Optoelectrónica/Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Chiapas.

1. Introducción

El cuidado de los recursos hídricos está recibiendo considerable atención en los últimos años a nivel mundial, debido a que tanto su calidad como cantidad de reservas se han visto afectadas por el impacto de la industrialización y la contaminación medioambiental asociada a ella, llegando a niveles que sobrepasan la capacidad de nuestro planeta de soportarla.

México es clasificado como una región con disponibilidad de agua comprometida por su variación temporal y su posible contaminación, lo cual implica que, a menos que se desarrolle una administración adecuada de manejo, almacenamiento y protección, sufriremos de escasez por contaminación [1].

Se ha observado un alto índice de contaminación de aguas superficiales registrados en años recientes, principalmente en los causes de los ríos y en las zonas de riego, cuyos drenes son receptores de descargas de centros de población, industrias, actividades pecuarias y de aguas de retorno agrícola. En cuanto a aguas subterráneas, la sobre explotación de los mantos acuíferos, debida principalmente al crecimiento de la población y las actividades industriales, ha provocado un alto índice de salinidad debida a factores externos tales como excedentes de riego que infiltran y aportan a los acuíferos diversos compuestos derivados del lavado de los suelos y de la aplicación de plaguicidas y fertilizantes. En zonas urbanas e industriales, la afectación en la calidad del agua proviene de contaminantes orgánicos e inorgánicos hallados en las aguas residuales no tratadas que infiltran en los mantos acuíferos. En el medio rural, los núcleos de población sin sistemas de saneamiento básicos y las instalaciones pecuarias constituyen otras fuentes de contaminación local [2].

Esta problemática se agrava con la carencia de sistemas de detección oportuna de áreas contaminadas y de métodos de análisis de la naturaleza de los contaminantes en el mismo sitio de ocurrencia, lo cual dificulta la elaboración temprana de planes y estrategias de mitigación de daños, así como la aplicación de sanciones a contaminadores. En este sentido, nuestra capacidad de cuidado y aprovechamiento de nuestros sistemas hídricos dependerá directamente del potencial de nuestro



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

instrumental de detección de contaminantes y valoración de daños. En la antigüedad, la calidad del agua era determinada subjetivamente mediante variables como su aspecto, color, olor y sabor. En la actualidad, gracias a los avances científicos y tecnológicos, la calidad del agua es determinada en el laboratorio a través de análisis físico-químicos, biológicos y espectrométricos altamente precisos de muestras extraídas de la zona de interés; sin embargo, esto lleva implícito un alto costo de la instrumentación empleada, además de la imposibilidad de realizar mediciones en campo y en tiempo real, características importantes considerando la existencia de contaminantes cuyas propiedades cambian rápidamente con el tiempo pero cuyos efectos perduran. Además, es altamente deseable un monitoreo continuo y remoto, lo cual favorecería a una vigilancia permanente sobre un área extensa.

En el mercado de sensores existen sondas multiparamétricas que realizan mediciones en campo y en tiempo real con buena precisión y confiabilidad, algunos de éstos portables. Sin embargo, su constitución principalmente electrónica hace requerir de sistemas de aislamiento y cuidados especiales durante su uso a fin de evitar daños por contacto con líquidos. Otro inconveniente es la necesidad de operación manual y localizada, por lo que imposibilitan el monitoreo continuo y remoto.

Una alternativa interesante consiste en la tecnología de sensores de fibra óptica, conocida desde hace ya algunas décadas [3]. Las ventajas que esta tecnología ofrece son bien conocidas, tales como: biocompatibilidad, miniaturización, bajo costo, envío de información en tiempo real, operación confiable en ambientes severos, naturaleza dieléctrica, capacidad de multiplexado, entre otras.

En este trabajo se pretende investigar las distintas técnicas de interferometría utilizadas con fibra óptica, para el desarrollo de sensores especializados en el monitoreo de parámetros físico-químicos del agua como es pH, turbidez y salinidad. Por lo que el estudiante deberá realizar un fuerte estudio teórico relacionado con estas técnicas para soportar los resultados experimentales.

2. Objetivos

General

Desarrollar sensores de fibra óptica especializados en la medición de tres variables físico-químicas del agua utilizando técnicas de interferometría con fibra óptica.

Específicos

- Revisar del estado del arte de sensores convencionales y los basados en fibra óptica que han sido empleados en la medición de variables físico-químicas del agua.
- Proponer configuraciones interferométricas específicas para el sensado de variables particulares.
- Realizar un análisis teórico del comportamiento del sensor para validar los resultados experimentales.



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

- Validar los resultados con sensores convencionales.

3. Metas

- 2 publicaciones en revistas internacionales.
- 3 participaciones en congresos nacionales y/o internacionales.
- Pruebas en campo de dispositivos desarrollados.

Financiamiento

Se cuenta con financiamiento para el primer año derivado de un recurso otorgado por el CONACYT a un proyecto de Investigación Científica Básica con número: CB 2015-257484, con vigencia hasta junio de 2021. Sin embargo, mucho del material que se requerirá, ya fue adquirido.

Referencias

1. Brown, A., and Matlock, M. D., "A review of water scarcity indices and methodologies", The Sustainability Consortium, University of Arkansas, Paper 106, 2011, pp. 1-19.
2. Jimenez-Cisneros, B. E., "La Contaminación Ambiental en México", Cap. 2, Limusa Noriega Editores, 2001.
3. Grattan, K.T.V. y Sun, T., "Fiber optic sensor technology: an overview", *Sensors Actuat A-Phys*, 82, 2000, pp. 40-61.
4. Wang, Q., and Farrell, G., "All-fiber multimode-interference-based refractometer sensor: proposal and design", *Opt. Lett.*, 31, 3, 2006, pp. 317-319.
5. Mehta, A., Mojammed, W., Johnson, E.G., "Multimode Interference-Based Fiber-Optic displacement sensor", *IEEE Phot. Techn. L.*, 15, 8, 2003, pp. 1129-1131.
6. Antonio-Lopez, J.E., Sanchez-Mondragon, J.J., LiKamWa, P., and May-Arrijoja, D.A., "Fiber-optic sensor for liquid level measurement", *Opt. Lett.*, 36, 17, 2011, pp. 3425-3427.
7. L. V. Nguyen, D. Hwang, S. Moon, D. S. Moon, and Y. Chung, "High temperature fiber sensor with high sensitivity based on core diameter mismatch," *Opt. Express*, vol. 16, no. 15, pp. 11369-11375, Jul. 2008.
8. J. R. Guzman-Sepulveda, **V. I. Ruiz-Perez**, M. Torres-Cisneros, J. J. Sanchez-Mondragon, and D. May-Arrijoja, "Fiber Optic Sensor for High-sensitivity Salinity Measurement", *IEEE Photonic Tech. L.*, Vol. PP, No. 99, 2013, pp. 1041-1135.
9. D. A. May-Arrijoja, **V. I. Ruiz-Perez**, D. Lopez-Cortez, and N. Lozano-Crisostomo, "Linear multimode interference fiber temperature sensor using the liquid in glass thermometer principle", *Appl. Optics*, Vol. 58, No. 14, 2019, pp. 3856-3861.



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

10. **J. L. Camas-Anzueto**, A. E. Aguilar-Castillejos, J. H. Castañón-González, M. C. Luján-Hidalgo, H. R. Hernández de León, R. Mota-Grajales, "Fiber sensor based on Lophine sensitive layer for nitrate detection in drinking water", *Opt. Laser. Eng.*, Vol. 60, 2014, pp. 38-43.
11. **J. L. Camas-Anzueto**, J. A. Gómez-Valdéz, R. Meza-Gordillo, M. Pérez-Patricio, H. R. Hernández de León, V. León-Orozco, "Sensitive layer based on Lophine and calcium hydroxide for detection of dissolved oxygen in water", *Measurement*, Vol. 68, 2015, pp. 280-285.