

Resumen del Trabajo de Final de Grado

Estudio, fabricación y caracterización de sensores basados en fibra óptica con una FBG recubierta de Galfenol o Terfenol

Jara García Barrena ⁽¹⁾

⁽¹⁾jagarba3@teleco.upv.es

Grado de Ingeniería de tecnologías y Servicios de Telecomunicación. UPV

Resumen

En el presente resumen se quieren recoger los objetivos del proyecto presentado, resultados y conclusiones, así como la adecuación del TFG a lo indicado en el objeto de la convocatoria y en los criterios de valoración.

I. RESUMEN DEL PROYECTO

Este trabajo de final de grado tiene como objetivo el estudio, fabricación y diseño de un sensor de campo magnético basado en fibra óptica con una FBG recubierta por un material de alta magnetostricción. Para conseguirlo, se han realizado numerosos procesos experimentales como el sputtering, el niquelado químico o la electrodeposición del material que se quiere depositar en la muestra. Además, se han realizado estudios complementarios como la medida de los ciclos de histéresis con un sistema de bobinas fabricado en el laboratorio.

Se hará un estudio exhaustivo de la electrodeposición de los materiales magnetostrictivos para saber las condiciones óptimas con las que se obtiene una capa depositada que de buenos resultados de porcentaje de compuestos y, por consecuente, magnetostricción.

Finalmente, al aplicar un campo magnético a la muestra con material magnetostrictivo, se obtendrá una deformación en la FBG que provocará una variación de la longitud de onda proporcional al campo aplicado, con lo que se podrá estudiar la corriente o campo magnético que detecta el sensor. La medida de la magnetostricción se ha realizado usando un interrogador óptico.

II. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto se basa en conseguir una electrodeposición de un material magnetostrictivo en fibras ópticas y FBGs, de manera que sirva para caracterizar sensores de corriente o campo magnético.

Con el fin de conseguir dicho resultado final, se han planteado una serie de objetivos y pasos individuales:

- Documentación y recopilación de información de fuentes fiables (artículos científicos, libros, experimentos...) sobre las investigaciones llevadas a cabo de los procesos que se van a realizar y los sensores basados en FBGs.
- Realización de Sputtering sobre las muestras para poder hacer el niquelado.
- Realización de Niquelado Químico sobre las muestras con el fin de hacerlas conductoras de corriente.
- Realización de electrodeposición de un material magnetostrictivo sobre las muestras (en primer lugar, en fibras monomodo, y tras afianzar la técnica, en FBGs).
- Fabricación de un sistema de medida de ciclos de histéresis para medirlos en las muestras fabricadas.
- Caracterización de las muestras fabricadas, análisis de composición y medida de la magnetostricción conseguida. Para ello, se hará uso del interrogador óptico y el software asociado (programa ENLIGHT).

III. RESULTADO Y CONCLUSIONES

En este trabajo se ha diseñado un sensor de campo magnético. Para que esto fuera posible, se han tenido que realizar numerosos procesos experimentales (sputtering, niquelado, electrodeposición, análisis de EDX, medidas de ciclos, etc). Esto ha permitido enriquecer el aprendizaje en el laboratorio durante el proyecto, así como el constante contacto con diversas instituciones de investigación de la UPV (Laboratorio de Microscopía y PRL del iTeam).

Los compuestos con los que se ha trabajado han sido el Galfenol y el Terfenol-D debido a la alta magnetostricción que ofrecen en sus aplicaciones. El exhaustivo análisis de la electrodeposición de estos dos elementos ha permitido estudiar las propiedades con las que se obtienen los mejores resultados. La deposición de Galfenol a corriente

constante ha resultado ser un método válido a la vez que novedoso, debido a que no se han encontrado más experimentos que hayan procedido de esta forma. Para conseguir una buena deposición, sería necesario controlar el pH de la disolución (no debería ser menor de 4.5), aunque es importante no modificar ningún parámetro más de la disolución. Además, lo óptimo sería trabajar con un motor que hiciera que la disolución estuviera en constante movimiento para obtener una capa depositada uniforme. En el caso del Terfenol-D, aunque no se han obtenido un gran número de buenos resultados, se ha podido conseguir la deposición de tierras raras en varios puntos de las muestras válidas, haciendo uso del electrodo de Calomel como electrodo de referencia para controlar el potencial de trabajo. Debido a la poca documentación que hay en este campo, esto es un comienzo.

Se ha fabricado un sistema de medida de ciclos de histéresis en el propio laboratorio, compuesto por una bobina excitadora con una sensibilidad de 7.7 KA/m·A (con su estudio de la caracterización comprobando que la relación entre corriente y campo es lineal) y dos bobinas captadoras. Esto ha permitido el estudio de los ciclos de histéresis magnética de las muestras, con lo que se ha aprendido a deducir el tipo de muestra según la forma del ciclo (biestable y no biestable). Algunas pruebas calentando las muestras han demostrado que se puede variar dicha forma al rotar la imanación.

Por último, se han realizado las medidas de magnetostricción. Para ello se ha utilizado una bobina de campo magnético de 18.9 KA/m·A y un interrogador óptico. Con la aplicación de dicho campo magnético se ha podido observar que las muestras sufren una deformación, la cual ha podido ser medida (en relación con la variación de longitud de onda) y, por consecuencia, el campo magnético. De esta manera, se ha conseguido fabricar un sensor de campo magnético, aunque con unas variaciones de longitud de onda muy bajas (el nivel máximo de magnetostricción que se ha conseguido ha sido de 10pm).

IV. ADECUACIÓN DEL TFG A LA CONVOCATORIA Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los sensores han tomado un valor significativo hoy en día, pudiendo encontrarse en numerosas aplicaciones. Por ello, el estudio de sensores basados en FBG supone un novedoso camino de investigación que puede continuarse y mejorarse en diversas áreas dentro del proyecto.

El proyecto se estructura en numerosos procesos que se tienen que controlar, por lo que supone una dificultad añadida a tener en cuenta, pero que han permitido obtener

los resultados anteriormente explicados.

En primer lugar, se ha llevado a cabo un estudio teórico exhaustivo haciendo uso de bibliografía y documentación basada en artículos científicos, investigaciones sobre el campo, y papers en revistas renombradas. Además, se han utilizado diversos instrumentales específicos en los laboratorios de la UPV, como los microscopios del laboratorio de microscopia (para hacer sputtering y el análisis EDX de las muestras fabricadas), o el servicio del laboratorio PRL del iTeam para conseguir las FBGs y el interrogador óptico que permite obtener las mediciones de la magnetostricción. Por otra parte, se han elaborado distintos procesos experimentales en los laboratorios de la ETSIT para la preparación de muestras como el niquelado químico, y la electrodeposición a corriente constante (la cual supone un método novedoso pues en la documentación consultada solo se ha encontrado información sobre la electrodeposición a potencial constante). Por último, se ha puesto en práctica otro método novedoso basado en la inducción de una corriente a través de las muestras para llevar a cabo su rotación magnética (en la documentación solo se hace referencia al método de la precompresión para alcanzar este objetivo).

Además, la obtención de deposición de algunas tierras raras (como el terbio y el disprosio) para conseguir Terfenol-D depositado en las fibras puede considerarse un logro debido a la poca información que se ha podido encontrar sobre el tema (solo se ha podido utilizar un artículo como guía en el proyecto).

Cabe destacar que al ser un trabajo elaborado, compuesto por numerosos procesos experimentales e innovadores, son muchos los puntos que se podrían seguir desarrollando en este proyecto, para conseguir avances en este interesante campo que presenta una buena aplicabilidad en el mundo real (como la obtención de sensores mucho más sensibles y precisos que se pueden utilizar en el mundo industrial, como en máquinas en las que se quiera controlar las interferencias provocadas por campos magnéticos externos, o una versión mejorada de las galgas extensiométricas utilizando FBGs como sensores de deformación).