

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se logró la fabricación de acopladores de fibra óptica y fibras ópticas adelgazadas de una manera repetible y con pérdidas bajas. Este proceso requiere de un manejo cuidadoso al situar las fibras ópticas porque de esto depende la obtención de dispositivos con pérdidas bajas. Los acopladores poseen características espectrales que dependen de su longitud de elongación; con esto es posible obtener varios efectos interesantes debido a la onda evanescente que se expone al medio ambiente en la región de acoplamiento. La fabricación de los acopladores sobreacoplados se logró de manera exitosa hasta con cuatro lóbulos. En este sentido, una de las aportaciones de este trabajo es el establecimiento de una metodología clara para fabricar acopladores con bajas pérdidas de manera repetible.

Se logró comprobar que los efectos fotoinducidos de los azobencenos pueden tener aplicaciones en el campo de la fotónica. Cuando el azobenceno se incorpora en una sección adelgazada de las fibras ópticas es posible modificar la polarización de la señal óptica que viaja dentro de la fibra utilizando luz láser linealmente polarizada. El desarrollo de dispositivos con estas características involucró un proceso de investigación multidisciplinario, ya que esta es una aplicación para los azobencenos en la cual no se tenían antecedentes. Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se observaron múltiples variables que afectan los resultados de los dispositivos creados (solvente, matriz, azobenceno, temperatura, concentración, depósito, etc.). El utilizar un azobenceno que ha sido empleado anteriormente para generar birrefringencia fotoinducida fue de gran utilidad para limitar el número de variables desconocidas en los experimentos. De esta manera, la parte más importante para lograr que los dispositivos funcionaran fue quizás la elección de una matriz

polimérica adecuada para alojar a los azobencenos, además de presentar buena adherencia con la fibra óptica.

Al emplear el PDMS como matriz se incursionó en un tema nuevo ya que casi no hay reportes al respecto, tomando en cuenta que el PDMS es un polímero que en los últimos años ha demostrado ser una buena alternativa para varias aplicaciones. Las propiedades del PDMS permitieron el funcionamiento de los dispositivos al poseer baja T_g y no permitir que la reorientación de las moléculas fuera permanente, pudiendo regresar así a la alineación inicial. Este material parece ser una buena alternativa para emplear en aplicaciones ópticas teniendo un gran potencial por sus propiedades. Aunque por otro lado, se presentaron efectos interesantes y no esperados al presentar distintos comportamientos de la respuesta que abren más temas de estudio.

Para el perfeccionamiento de los dispositivos los parámetros a tomar en consideración son en un principio el azobenceno y sus características de excitación, ya que existen una gran variedad de ellos y poseen reacciones muy variadas e interacción con bastantes sustancias. Posteriormente en cuanto a la matriz, se debe seleccionar una que tenga el índice de refracción, T_g , dureza y absorción adecuadas para su empleo. En este caso, el PDMS funcionó de manera adecuada para recubrir guías de ondas en su combinación como revestimiento de la fibra óptica.

Otro aspecto importante es el relacionado con la detección de la birrefringencia fotoinducida. En general, los reportes en donde se utilizan azobencenos se requiere de montajes ópticos complicados y con potencias relativamente altas (hasta 700 mW/cm^2 para lograr grabado superficial en relieve y 12 mW para la generación de birrefringencia). Hasta la fecha, esta parece ser la única manera de cuantificar la birrefringencia fotoinducida en estos materiales. En este sentido, la utilización del arreglo en anillo de fibra óptica proporcionó un método para detectar muy bien la respuesta de los dispositivos, e incluso es una excelente alternativa para caracterizar los cambios inducidos en ellos. Para los alcances de este trabajo, el empleo de la fibra láser en configuración de anillo permitió observar en los dispositivos los cambios generados en la polarización del láser generados por la birrefringencia fotoinducida. Un

análisis detallado de estos experimentos permitiría generalizar esta metodología para poder cuantificar la birrefringencia inducida en los dispositivos creados o similares por el láser de escritura.

La fabricación del compuesto PDMS-DR1 se realizó de manera muy sencilla, solamente agregando los reactivos y mezclándolos; esta es una facilidad que otorga el método de huésped-anfitrión para la preparación de los azopolímeros. No fue necesario de un cuidado extremo en la preparación de los dispositivos. Al obtener la mezcla esta simplemente se vertió sobre las fibras que estaban montadas en el molde, logrando un recubrimiento que no era del todo uniforme. Si los recubrimientos se hicieran con películas delgadas y uniformes, se obtendrían mejores resultados al estar mejor recubierta la zona adelgazada de la fibra óptica.

Los mejores resultados obtenidos muestran un cambio en la polarización de manera muy veloz y reversible al apagar el láser de escritura. Estos resultados se repitieron inmediatamente al prender y apagar la fuente de luz, lo cual muestra que este tipo de dispositivos pueden operar de manera adecuada bajo ciertas condiciones. Los tiempos registrados para que se presentara la fotoisomerización al irradiar los dispositivos con el láser de escritura, fueron en un rango muy amplio, desde 10 s hasta 10 min. Si se mejora el compuesto de PDMS-DR1 logrando que solidifique completamente, se obtendrán dispositivos más estables, resistentes y duraderos (esto por la fragilidad de la sección adelgazada de las fibras), lo cual se puede lograr al lograr un encapsulado inmediato de las fibras adelgazadas o los acopladores justo después de su fabricación.

Se probó también que los láseres de longitudes de onda cercanas a la longitud de onda de absorbancia máxima del azobenceno empleado funcionan muy bien para generar cambios fotoinducidos. Se observó que para distintas polarizaciones de la señal que viaja dentro de la fibra óptica la respuesta varía manteniendo el láser de escritura fijo, lo cual indica que se tiene mucha libertad para inducir cambios en la polarización si se mueve el láser de escritura logrando que las moléculas se orienten en distintas direcciones. Este efecto en combinación con ajustes en la polarización de

la señal que viaja dentro de la fibra puede también ser otra línea de trabajo a explorar en trabajos futuros.

Algo que es de suma importancia es el modo de detectar los cambios fotoinducidos en los dispositivos que generan birrefringencia al excitar las moléculas de DR1. La birrefringencia se manifiesta principalmente en la polarización de la luz, por lo que los cambios en el espectro de la señal no son muy notorios. Debido a esto, la forma de detectar los cambios generados en los dispositivos se realizaron mediante el analizador de estados de polarización; las ilustraciones mostradas en el capítulo cuatro muestran como es que los cambios son mayores en la polarización. Para la caracterización de la respuesta de los dispositivos creados, el análisis se simplifica mucho obteniendo los cambios en cuanto a la polarización de la señal; esto es debido a que si se realizara detectando los cambios en el espectro, se necesitaría de un equipo con una resolución muy grande y que el espectro de emisión del arreglo utilizado, fuera demasiado estable.