

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Informe Científico¹

PERIODO ²: 2010-2011

Legajo N°:

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: RUSSO

NOMBRES: NELIDA ARACELI

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: M.B.Gonnet CP: 1897 Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información): nelidar@ciop.unlp.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

ANALISIS Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS BASADOS EN FIBRAS OPTICAS DE APLICACIÓN EN COMUNICACIONES E INDUSTRIA

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Adjunto con Director Fecha: 27-07-1998

ACTUAL: Categoría: Adjunto sin Director desde fecha: 17-06-2011

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: CENTRO DE INVESTIGACIONES OPTICAS (CIOP)

Facultad:

Departamento:

Cátedra:

Otros:

Dirección: Calle: Camino Centenario e/505 y 508 N°:

Localidad: M. B. Gonnet CP: 1897 Tel:

Cargo que ocupa: INVESTIGADOR ADJUNTO SIN DIRECTOR

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: DUCHOWICZ, RICARDO (Director hasta 17/06/11)

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: Florencio Varela CP: 1888 Tel:

Dirección electrónica: ricardod@ciop.unlp.edu.ar

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2008 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2006 al 31-12-2007, para las presentaciones bianuales.

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

Cumpliendo con los objetivos oportunamente propuestos, la actividad desarrollada estuvo enfocada al estudio, implementación y modelado de diferentes configuraciones de láseres de fibra, al grabado de redes de Bragg en fibra óptica y al desarrollo de nuevos esquemas de sensado basados en dichos elementos. Debe mencionarse que la labor realizada tuvo un carácter eminentemente experimental. En particular se puede mencionar:

- Recientemente se diseñó, construyó y caracterizó un láser de fibra óptica cuyo funcionamiento autopulsado se basa en la técnica denominada “additive pulse mode-locking”. Los resultados alcanzados fueron publicados en: “HIGH FREQUENCY PULSE TRAINS FROM SELF-STARTING ADDITIVE PULSE MODE-LOCKED ALL-FIBER LASER”, Nélide Araceli Russo, Ricardo Duchowicz; Opt. Comm. 283, 1, 113-117, 2010. En el período informado se desarrolló un modelo teórico que permite analizar temporal y espectralmente el comportamiento del mismo, proveyendo información tanto de los procesos lineales como no lineales que tienen lugar. El láser funciona en régimen de mode-locking pasivo por adición coherente de los pulsos que se propagan en ambas cavidades e interactúan en el elemento reflectivo central común a ellas. Cuando las longitudes de las cavidades principal (o activa) y auxiliar (o pasiva) son apropiadamente seleccionadas, la salida es un tren de pulsos estables y uniformes, cuyo ancho temporal y tasa de repetición son dependientes de la relación entre dichas longitudes. El modelo propuesto resuelve la ecuación de Schrödinger no lineal que describe la propagación de los campos eléctricos en ambas cavidades, usando el método de fraccionamiento del paso (Split Step Fourier Method) del cálculo numérico, mientras que el acople de los mismos en cada elemento reflectivo se realiza mediante el método de la matriz de transferencia, que permite obtener la reflectividad y transmitancia de las redes. Los resultados numéricos obtenidos guardan una buena correspondencia con las mediciones experimentales realizadas. Una versión preliminar de este modelo, menos general, que sólo consideraba el caso en que las longitudes de las cavidades principal y auxiliar eran iguales, fue publicada en el trabajo “THEORY AND SIMULATION OF A TWO COUPLED-CAVITIES FIBER LASER”, Emanuel Paulucci, Nélide A. Russo, Enrique E. Sicre, Ricardo Duchowicz; Proceedings of SPIE, Vol. 8011; 2011 (http://spie.org/x648.html?product_id=912400&origin_id=x648) (ver punto 7.1.). La versión completa del modelo, que describe el comportamiento del láser cuando la longitud de la cavidad auxiliar disminuye respecto de la principal (siempre que la relación entre ambas sea entera) está siendo terminada y se prevé enviarla próximamente para su publicación en una revista científica con referato internacional (ver punto 7.4.). Esta configuración permite obtener pulsos de salida cuya frecuencia es varias veces superior a la frecuencia fundamental de la cavidad principal, dependiendo de la relación entre las longitudes antes mencionada.
- Respecto de la implementación de láseres de fibra con niveles medios o altos de potencia deben mencionarse una serie de factores que influyeron para no poder llevar a cabo esta tarea. Así por ejemplo (y a pesar de contar con algunos elementos), el elevado costo de los componentes necesarios, las importantes demoras en los trámites para poder realizar la importación de los mismos, y retrasos en la efectivización de

subsidios que habían sido otorgados al grupo de investigación, hicieron que se decida postergar este desarrollo.

- Por otro lado, y vinculado al grabado de redes de Bragg en fibra óptica, se desarrollaron nuevos montajes para implementar una configuración del sistema de posicionamiento de la fibra y de adecuamiento del haz de iluminación, que permitiesen mejorar las características de las redes obtenidas y la repetibilidad de las mismas. La idea a futuro es ir incorporando cierto grado de automatización del proceso de grabado, lo que permitirá modificar mecánicamente la longitud de onda de máxima reflectividad, o el perfil de modulación de índice para generar redes chirpeadas, o grabar varias redes en una misma fibra (por ej. para implementar filtros tipo Fabry-Perot), mediante la aplicación de una tensión controlada sobre la fibra óptica, utilizando motores paso a paso manejados a través de una PC. Como se indica en el punto 7.1., este desarrollo fue publicado en la revista Información Tecnológica (<http://www.citrevistas.cl>).

Si bien se obtuvieron muy buenos resultados empleando fibra fotosensible comercial, una dificultad encontrada al grabar redes sobre fibras dopadas con erbio fue la muy baja reflectividad alcanzada. Esto se debe a que la composición química de la fibra hace que su sensibilidad a la irradiación UV sea pobre. Para aumentar la fotosensibilidad de este tipo de fibras, es preciso colocarlas en una atmósfera de hidrógeno a alta presión durante algunos días para permitir que este gas se difunda en ellas. Si bien existe algún equipo comercial que permitiría llevar esto a cabo, su costo es bastante elevado, por lo que en el próximo período se tratará de desarrollar un sistema para lograr la hidrogenación de la fibra previo al grabado de la red. Es importante poder grabar redes de alta reflectividad directamente sobre la fibra dopada, porque permitiría diseñar láseres de fibra pulsados con mejores prestaciones (menor ancho de pulso, mayor tasa de repetición, mayor energía por pulso, etc.) al disminuir las pérdidas de la cavidad originadas por los empalmes adicionales y al permitir generar cavidades mucho más cortas.

- En cuanto al desarrollo de sensores de fibra destinados al estudio de la contracción polimérica experimentada por resinas de fotocurado, los resultados obtenidos fueron presentados en diversos congresos y publicados en el capítulo "Interferometric Methods Applied to Polymeric Analysis" (Arenas, Gustavo F.; Russo, Nélica; Duchowicz, Ricardo) del libro "Interferometry, Principles and Applications"; Ed. Mark E. Russo; Series: Physics Research and Technology; NOVA Science Publishers, Inc.; New York; 2011; (https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=17546).

- Finalmente, se probó la factibilidad de grabar redes de Bragg en fibra utilizando una máscara de fase y la radiación UV proveniente de la tercer armónica de un láser de fs (Ti:Sapphire Chirped Pulsed Amplification (CPA) System de Spectra Physics) recientemente incorporado al CIOP. El oscilador (un láser mode-lockeado de Ti:Zafiro bombeado con un láser CW de semiconductor) emite pulsos de 100 fs con una tasa de repetición de 80 MHz, los cuales son amplificados mediante la técnica CPA para obtener pulsos de 1 mJ y una frecuencia de 1 KHz, centrados en la región espectral de 800 nm. Para triplicar en frecuencia esta salida de manera eficiente, se emplean dos cristales no-lineales (el primero genera la segunda armónica y el segundo genera la tercer armónica sumando la anterior y la fundamental). Para corregir la polarización debe intercalarse una placa de media onda entre ambos cristales. Sin embargo, debido a que la diferencia entre la velocidad de grupo de la fundamental y de la segunda armónica en la placa de media onda introduce un retardo entre ambas que es mucho mayor que la duración del pulso mismo, es necesario incluir previamente una placa compensadora de calcita. La salida obtenida es de 266 nm, por lo que a partir de acá puede utilizarse un setup bastante similar al usado con el láser de Nd-YAG para grabar redes empleando la técnica de la máscara de fase. Si bien las redes obtenidas tienen muy buenas características, es necesario seguir optimizando el sistema para lograr mayor reflectividad en las mismas.

Es importante mencionar que un hecho que dificultó y retrasó la labor de investigación fue que, con motivo de sufrir un robo en mi domicilio el 10/03/11, padecí la fractura de mi pierna y tobillo izquierdo, por lo que debí ser intervenida quirúrgicamente en dos oportunidades y permanecer con carpeta médica sin posibilidad de movilizarme por un período de 4 meses (hasta el 14/07/11). Toda la documentación provatoria fue oportunamente presentada ante las dependencias de Reconocimiento Médico y obra en poder de la CIC. Esto resintió principalmente la actividad experimental en el laboratorio, que es la orientación fundamental de mi tarea de investigación.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

En el trabajo consignado a continuación, se realizaron las actividades de diseño, implementación experimental y optimización del sistema para el grabado de redes de Bragg en fibra óptica empleando un láser de Nd-YAG cuadruplicado en frecuencia, así como la escritura del correspondiente artículo científico. Se adjunta copia del manuscrito correspondiente.

1.- "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA ÓPTICO PARA GRABADO DE REDES DE BRAGG EN FIBRA ÓPTICA"

Título en inglés: "OPTICAL SYSTEM DEVELOPMENT FOR FIBER BRAGG GRATING WRITING"

Nélida A. Russo; Sergio B. Noriega; Ricardo Duchowicz.

Información Tecnológica, Vol. 22, Nº 2, 121-130, 2011

doi: 10.4067/S0718-07642011000200013

Versión On-line: ISSN 0718-0764. Versión impresa: ISSN 0716-8756.

País de edición: Chile.

Abstract

This work presents the implementation of an optical system for fiber Bragg grating writing by using the phase mask technique. The method consists of radiating a photosensitive optical fiber with a suitable intensity pattern of UV light that generates a spatial modulation of the fiber core refraction index and creates the Bragg grating. As light source a beam of an Nd-YAG pulsed laser, of quadrupled frequency, and 266 nm emission, was used. The proposed system is described, the results are analyzed, and applications developed with fiber Bragg grating are mentioned.

En los siguientes trabajos se realizaron actividades vinculadas a la implementación experimental correspondiente, al análisis e interpretación de los resultados, al

modelado de los fenómenos estudiados cuando correspondiese, y a la escritura de los artículos respectivos. Se adjunta la copia en papel de cada uno de ellos.

2.- "INTERFEROMETRIC METHODS APPLIED TO POLYMERIC ANALYSIS"

Arenas, Gustavo F.; Russo, Nélica; Duchowicz, Ricardo.

Capítulo del libro: "INTERFEROMETRY, PRINCIPLES AND APPLICATIONS";
Ed. Mark E. Russo; Series: Physics Research and Technology; NOVA Science
Publishers, Inc.; New York; 2011.

ISBN: 978-1-61209-347-5. País de edición: USA.

Abstract

Several epoxies and photo- or thermal- cured polymers found their way in almost every field of structures manufacturing. These materials can compete with metallic ones and even substitute them in several applications. However, it is well known that their mechanical properties are highly dependent upon the curing process of the matrix. Curing evolution is connected directly to the contraction process occurring in the material. Relevant information include the evolution and final conversion (degree of curing) related to the amount of the chemical cross-linking occurring during cure, the gel point where a phase change from liquid-like to solid-like occurs, the glass transition temperature and the induced residual strain produced during the curing process causing structure distortion and intrinsic strain accumulation. Several cure monitoring techniques have been proposed and applied in the past. Among these techniques, optical approaches seem to be the best candidate in polymer based materials manufacturing monitoring. On this way, different methods based on interferometric techniques by using fiber optics technologies have been developed. In this work, we discuss the feasibility of different approaches. First, we analyze optical sensors based on a Fizeau fiber optic interferometer to measure polymer contraction that occurs during cure with a measure resolution better than 100 nm; second, we discuss the simultaneous application of a cantilever and the Fizeau interferometer, and, finally, the use of a pair of fiber Bragg grating based sensors to uncouple strain and temperature (assuming a thermal related cure process). Properties and relevant information extracted from of the different techniques are discussed.

3.- "THEORY AND SIMULATION OF A TWO COUPLED-CAVITIES FIBER LASER"

Emanuel Paulucci; Nélica A. Russo; Enrique E. Sicre; Ricardo Duchowicz.

Proceedings of SPIE, Vol. 8011; 2011.

Editors: Ramón Rodríguez-Vera, Rufino Díaz-Uribe.

doi: 10.1117/12.903177

ISBN: 9780819485854. País de edición: USA.

Abstract

In this work we develop a theoretical model to analyze the response of a two coupled-cavities fiber laser. This setup operates as an additive pulse mode-locking laser and its design is based on the combined action of an active cavity and a passive cavity. The first one is generated with an erbium-doped fiber and two fiber Bragg gratings as reflective components, while the passive cavity is built with a fiber pigtail being the corresponding mirrors one of the FBGs and the Fresnel reflection at the fiber end. It is proposed a numerical model that solves the Non-Linear Schrödinger Equation by using the Split-Step Method together with the T-Matrix Method to calculate the coupling factor on each reflective component. The main parameters are: the group velocity dispersion, the self-phase modulation, the gain

and/or loss factors of the fibers including self-saturation effect and the reflectivity and dispersion characteristics of each Bragg grating. The dependence of both, temporal and frequency behaviour of the generated emission with the several involved setup parameters are analyzed. The numerical results produced by applying the theoretical model are compared with previously obtained experimental results, and a good agreement between them is observed.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.*

“THEORETICAL AND EXPERIMENTAL COMPARISON OF AN ALL-FIBER ADDITIVE - PULSE MODE - LOCKING LASER WITH TWO - COUPLED CAVITIES”

E. Paulucci; N. A. Russo; E. E. Sicre; R. Duchowicz.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un modelo teórico que permite analizar ciertas propiedades de un láser auto-pulsado pasivamente “mode-lockeado” de fibra dopada con erbio y cavidades lineales acopladas, en función de la relación entre las longitudes de dichas cavidades, la cual a su vez determina tanto el ancho de los pulsos como su tasa de repetición. El modelo propuesto incluye información tanto de los procesos lineales como no lineales que tienen lugar. Para ello resuelve la ecuación de Schrödinger no lineal (NLSE) que describe la propagación de los campos eléctricos en ambas cavidades, usando el método de fraccionamiento del paso (Split Step Fourier Method, SSFM) del cálculo numérico, con paso variable. Además, emplea el método de la matriz de transferencia (T-Matrix Method, TMM) para obtener la reflectividad y transmitancia de las redes de Bragg que realimentan el sistema, con el objeto de realizar el acoplamiento de los campos propagados a través de ambas cavidades. Las características mencionadas dependen de los parámetros constructivos de las redes: período, máxima variación de índice de refracción, longitud física del dispositivo, etc. Los principales parámetros considerados para definir la salida láser son: la dispersión de la velocidad de grupo (GVD), la automodulación de fase (SPM), el factor de ganancia que incluye los efectos de autosaturación, las pérdidas de la fibra y la dispersión de las redes de

Bragg. La emisión generada es analizada para diferentes relaciones entre las longitudes de las cavidades. Se observa una disminución en la duración de los pulsos con el correspondiente incremento de la frecuencia de los mismos, cuando la longitud de la cavidad auxiliar disminuye respecto de la principal (siempre que la relación entre ambas sea entera o racional de coprimos, condición necesaria para obtener una salida pulsada estable). Además, se obtuvo un comportamiento equivalente incrementando las longitudes de ambas cavidades al doble y al triple respecto de los valores originales, pudiendo verificarse que el ancho de los pulsos sólo depende de la frecuencia de repetición de los mismos. Los resultados numéricos obtenidos guardan una buena correspondencia con las mediciones experimentales realizadas. Una característica importante del modelo es que los coeficientes de transmisión y reflexión de las redes pueden ser expresados en modulo y fase, lo que resulta de gran utilidad en sistemas mode-locking ya que son dependientes de las variaciones de fase lineal y no lineal.

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

Los resultados satisfactorios alcanzados en la implementación y mejoramiento de una estación de grabado de redes de Bragg en fibra óptica empleando la radiación UV de un laser de Nd-YAG cuadruplicado en frecuencia, representan un desarrollo de gran importancia realizado en el CIOp, dado que estos elementos constituyen el transductor de numerosos sistemas de sensado óptico, además de sus aplicaciones en dispositivos para comunicaciones. Por otro lado, los productos obtenidos son de calidad comparable a las producidas comercialmente en algunos países desarrollados, lo cual es muy importante ya que hasta ahora las redes debían ser importadas desde el exterior pues no existe otro laboratorio de investigación o empresa que las fabrique en nuestro país.

Cabe señalar que el CIOp ha participado en el diseño y construcción de una serie de instrumentos utilizados en el satélite SAC-D Aquarius recientemente puesto en órbita, y actualmente se están desarrollando sensores de fibra basados en redes de Bragg para monitorear la salud estructural de vehículos espaciales. Por ello, resulta de gran importancia poder fabricar transductores de temperatura y deformación (redes) para llevar a cabo pruebas y ensayos necesarios para el desarrollo mencionado.

En este sentido, se realizó además el asesoramiento científico y tecnológico para la fabricación de sensores ópticos en el marco de los siguientes convenios establecidos entre CONICET y VENG S.A., llevados a cabo en el CIOp:

1.- Título: Desarrollo, calificación y construcción de sensores basados en guías de onda ópticas. Res. 825 - CONICET (24/04/09). Período: 01/06/09 al 30/11/10.

2.- Título: Desarrollo de sensores de fibra óptica e integrados en prototipos de lanzadores satelitales. Res. 3277 - CONICET (02/12/10). Período: 01/12/10 al 30/8/12.

El sistema diseñado está integrado por un subsistema sensor (compuesto por sensores de esfuerzo y temperatura, implementados en fibra óptica y distribuidos por la estructura a ser monitoreada, para lo cual son multiplexados en longitud de onda) y un subsistema de interrogación espectral (componente activo formado por un laser sintonizable de fibra óptica, cuya función es medir ópticamente la estructura a través de la fibra que lo vincula a los sensores y transmitir la información generada utilizando el canal de telemetría). Un requerimiento muy exigente que debe cumplir el sistema que se está implementando es que debe ser operativo durante la etapa crítica del lanzamiento.

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES (desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).

8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

10.2 DIVULGACIÓN

Se brindó entrevista periodística y se elaboró material gráfico para la publicación relativa a las actividades de investigación realizadas, vinculadas al desarrollo de láseres de fibra óptica, sus componentes esenciales y principio de funcionamiento. El artículo correspondiente, "DESARROLLAN EN LA PLATA UN LÁSER DE AVANZADA EN EL PAÍS - Investigadores locales del CIOp producen una nueva variedad de este invento, con múltiples aplicaciones", apareció publicado el 20/07/10 en la sección Información General del diario "EL DIA" de La Plata. La nota fue realizada por la Dra. Irene Maier (CIC).
<http://www.eldia.com.ar/edis/20100720/informaciongeneral0.htm>

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.

12. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

Co-Dirección de Tesis Doctoral en Ingeniería (UNLP) de la Ing. Angélica María Mesa Yandy, egresada de la Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia y actualmente beneficiaria de una Beca con Países Latinoamericanos Tipo I del CONICET.

Trabajo de tesis propuesto: "DISEÑO, DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE DISPOSITIVOS DE FIBRAS ÓPTICAS: APLICACIONES EN LÁSERES, SENSORES, Y PROCESADO DE SEÑALES".

Fecha de inicio: Febrero de 2012 (en ejecución).

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

1) VII IBERO - AMERICAN CONFERENCE ON OPTICS (RIAO) and X LATIN - AMERICAN MEETING ON OPTICS, LASER AND APPLICATIONS (OPTILAS), Lima, Perú; 20 al 24 de septiembre de 2010.

Trabajo presentado:

"SHRINKAGE MEASUREMENT OF BIS-GMA RESINS BY EMBEDDED FBG",
Nélida A. Russo, Gustavo F. Arenas, Sergio B. Noriega, Ricardo Duchowicz.

Presentación mural.

2) 95ª REUNIÓN NACIONAL DE FÍSICA - AFA' 2010 -, Malargüe, Mendoza, Argentina; 28 de septiembre al 1º de octubre de 2010.

Trabajos presentados:

2.1.- "CARACTERIZACIÓN Y MODELADO DE UN LÁSER DE FIBRA ÓPTICA TIPO APM", Paulucci E., Sicre E., Russo N., Duchowicz R. Presentación mural.

2.2.- "MEDICIÓN DE CONTRACCIÓN POLIMÉRICA EN RESINAS DE FOTOCURADO EMPLEANDO REDES DE BRAGG GRABADAS EN FIBRA ÓPTICA", Russo, Nelida A.; Arenas, Gustavo F.; Noriega, Sergio B.; Duchowicz, Ricardo. Presentación mural.

3) HK 2010 - HUMBOLDT KOLLEG - INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS, ARGENTINA-ALEMANIA: UN SIGLO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA EN FÍSICA, La Plata, Argentina, 27 al 31 de marzo de 2011.

Trabajo presentado:

"TEMPORAL AND SPECTRAL PROPERTIES OF AN ALL-FIBER APM LASER WITH TWO-COUPLED CAVITIES OF DIFFERENT LENGTHS", Paulucci, E.; Sicre, E. E.; Russo, N. A.; Duchowicz, R. Presentación oral.

4) 22nd. CONGRESS OF THE INTERNATIONAL COMMISSION FOR OPTICS: LIGHT FOR THE DEVELOPMENT OF THE WORLD, ICO-22, (patrocinado por SPIE), Puebla, México; 15 al 19 de agosto de 2011.

Trabajo presentado:

"THEORY AND SIMULATION OF A TWO COUPLED-CAVITIES FIBER LASER", Emanuel Paulucci, Nélida A. Russo, Enrique E. Sicre, Ricardo Duchowicz.

Presentación mural.

5) OSA'S 95th ANNUAL MEETING "FRONTIERS IN OPTICS 2011" and APS/DLS 27th ANNUAL MEETING "LASER SCIENCE XXVII", San José, California, USA, 16 al 20

de octubre de 2011.

Trabajo presentado:

"MODELING OF A TWO COUPLED-CAVITIES FIBER LASER", Emanuel Paulucci, Nélica A. Russo, Enrique E. Sicre, Ricardo Duchowicz. Presentación oral y mural.

- 6) 2da. REUNIÓN CONJUNTA SUF-AFA, XII REUNIÓN DE LA SOCIEDAD URUGUAYA DE FÍSICA Y 96a REUNIÓN NACIONAL DE LA ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA, Montevideo, Uruguay; 20 al 23 de septiembre de 2011.

Trabajo presentado:

"COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPECTRAL DE UN LASER DE FIBRA CON CAVIDADES LINEALES ACOPLADAS DE DIFERENTES LONGITUDES : MODELADO Y VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL", Russo, N.; Paulucci, E.; Sicre, E. ; Duchowicz, R. Presentación mural.

- 7) "SIMPOSIO: COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA", Área Departamental Electrotecnia, Facultad de Ingeniería - UNLP, La Plata, Argentina; 5 de diciembre de 2011. Disertantes: Dr. Mário Ferreira (Universidad de Aveiro, Portugal), Dr. Diego Grosz (Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)- FCEyN, UBA), y otros.

Temas desarrollados: efectos no-lineales en sistemas de comunicaciones por fibras ópticas, tecnología de sistemas de comunicaciones ópticas de alta capacidad, solitones disipativos en líneas de transmisión óptica y en láseres de fibra. Se adjunta copia del correspondiente certificado de asistencia.

- 8) VIII TALLER DE ÓPTICA Y FOTOFÍSICA "TOPFOT 2012", de la Red de Laboratorios de Óptica y Fotofísica de Argentina. Centro Científico Tecnológico CONICET La Plata, Argentina; 23 y 24 de mayo de 2012. Tema: "Óptica y Fotónica en Sistemas Aeroespaciales". Se adjunta copia del correspondiente certificado de asistencia.

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

- 1.- SUBSIDIOS INSTITUCIONALES A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO - Acta 1313/09

Institución otorgante: CIC

Año: 2010

Monto recibido: \$ 2850

- 2.- SUBSIDIOS INSTITUCIONALES A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO – Resolución N° 1535/10

Institución otorgante: CIC

Año: 2011

Monto: \$ 3600

Además, en el período informado se formó parte del Grupo de Investigación beneficiario de los siguientes subsidios a Proyectos de Investigación y Desarrollo:

- I) Institución otorgante: Facultad de Ingeniería de la UNLP
Título del Proyecto: DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE FIBRAS ÓPTICAS
Código: I128
Director: Dr. Ricardo Duchowicz
Duración: 3 años (2008-2010)
- II) Institución otorgante: CONICET
Proyecto: "ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE FIBRAS ÓPTICAS APLICADOS EN COMUNICACIONES E INDUSTRIA"
Código: PIP CONICET N° 112-200801-01769
Director: Dr. Ricardo Duchowicz
Duración: 3 años (2009-2011)
Monto: \$ 180000

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

Se participó en la realización de la exposición "EL LÁSER EN NUESTRA VIDA", llevada a cabo en el Teatro Argentino de La Plata, del 6 al 8 de Agosto de 2010, con motivo de la celebración internacional de los 50 años de la aparición del láser. El evento fue declarado de interés legislativo por la HCD de la Prov. de Bs. As. y de interés municipal por el Intendente de la Ciudad de La Plata. Además contó con el auspicio de CIC y CONICET.

La exposición (única realizada con este motivo en Sudamérica), dirigida tanto a niños y jóvenes interesados en la ciencia como a público en general y a la comunidad científica local, estuvo dedicada a difundir los principios básicos que fundamentan el láser y las formas en que los dispositivos basados en él participan en nuestra vida cotidiana.

Contó con la presentación de stands demostrativos, realización de cursos talleres, dictado de charlas de divulgación, exposición fotográfica y de hologramas.

Asistieron a la muestra numerosas instituciones escolares y público en general, estimándose una concurrencia de más de 3000 personas a lo largo de la misma.

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

“ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS BASADOS EN FIBRAS ÓPTICAS DE APLICACIÓN EN COMUNICACIONES E INDUSTRIA”

En el próximo período se continuará con el análisis, diseño, implementación y caracterización de nuevos dispositivos fotónicos basados en fibras ópticas (u otro tipo de guías ópticas), aplicables en sistemas de comunicaciones de alta capacidad de transmisión, y en el desarrollo de sensores de diversos parámetros (temperatura, deformaciones, vibraciones, presión, etc.) para diferentes aplicaciones tecnológicas. Estos últimos son utilizados para monitorear estructuras civiles (puentes, edificios, represas, etc.) y también son requeridos para testeo no destructivo en las industrias automotriz, aeroespacial, del petróleo, etc. La metodología a utilizar será fundamentalmente de tipo experimental, complementada con modelados fenomenológicos.

Dentro de la amplia lista de dispositivos ópticos de interés tecnológico, pueden mencionarse algunos a modo de ejemplo. En el área de las comunicaciones ópticas, la utilización de medios de ganancia que emplean dopantes como Nd^{3+} , Er^{3+} , Tm^{3+} , Yb^{3+} , etc., permite desarrollar nuevos amplificadores y ampliar el rango espectral de transmisión, aumentando las posibilidades de aplicación del multiplexado por división de longitud de onda denso o DWDM y, de esta manera, la capacidad del sistema. Asimismo, el desarrollo de redes periódicas (redes de Bragg y redes de período largo) grabadas en fibra fotosensible, permite su utilización como filtros selectivos en longitud de onda, como compensadores de dispersión, en la generación de sistemas "add-drop" de señal en enlaces WDM, etc.

Por otro lado, los medios amplificadores antes mencionados conjuntamente con resonadores apropiados, permiten la generación de nuevas fuentes láser en diversas regiones espectrales y con una geometría "todo-fibra", lo que brinda ventajas adicionales como robustez mecánica, bajas pérdidas de inserción, mayor eficiencia y menor peso y tamaño. El desarrollo de este tipo de sistemas resulta actualmente de particular interés en aplicaciones industriales como el procesamiento de materiales y el micromaquinado de dispositivos, dada su capacidad de generar altísimas potencias. También se utilizan para el estudio de procesos lineales o no lineales que tienen lugar en la propagación de pulsos ultracortos en fibras ópticas. Además, los láseres de fibra pulsados en régimen Q-Switch, tienen aplicaciones especialmente atractivas en medicina, sensado remoto empleando técnicas LIDAR (Light Detection and Ranging), reflectometría óptica en el dominio temporal (OTDR), etc.

Los circuitos todo-ópticos también son una solución prometedora para superar la limitación inherente de la electrónica convencional, para aplicaciones tales como la futura computación óptica ultrarrápida, procesamiento de señales e interconexión de redes. Sin embargo, en el dominio de la fotónica, resta por demostrarse cómo reemplazar dispositivos fundamentales para formar bloques de construcción básicos al igual que en su contraparte electrónica. En este caso, la mayor parte de las funcionalidades como operaciones lógicas, diferenciación, integración, etc., se consiguen con combinaciones de amplificadores operacionales, resistores, y capacitores. Para este propósito, necesitan proponerse, diseñarse y demostrarse equivalentes ópticos de dispositivos electrónicos fundamentales. Las principales ventajas de estos dispositivos son las inherentes a su geometría todo-fibra, es decir, su simpleza, relativamente bajo costo, bajas pérdidas de potencia de inserción, insensibilidad a la polarización y compatibilidad completa con los sistemas de fibra óptica actualmente en uso. Adicionalmente, el mismo concepto podría ser fácilmente transferible a las nuevas tecnologías de circuitos ópticos integrados.

Finalmente, las redes de Bragg grabadas en fibra (FBG) constituyen sensores extremadamente sensibles, en los que la información se extrae a partir del monitoreo de las variaciones producidas sobre sus características espectrales por el parámetro a

senzar (temperatura, tensión, vibraciones, deformaciones o desplazamientos, etc). Además, en contraste con otros sensores tradicionales como los “strain gauge”, las FBG pueden ser embebidas en diversos materiales sin degradar su resistencia, permitiendo el monitoreo del estado de grandes estructuras en el área de la construcción, o el seguimiento del proceso de curado de materiales compuestos utilizados en la fabricación componentes en la industria aeronáutica, automotriz, generación de energía eólica, etc.

Dentro de este contexto, las actividades a realizar estarán orientadas a:

1) Analizar y desarrollar nuevas configuraciones y mecanismos de modulación de láseres de fibra óptica que permitan generar trenes de pulsos cortos y ultracortos, con altas tasas de repetición y con niveles medios de potencia (Q-switching, Mode-locking, Q-switched Mode Locking). La posibilidad de generar altos niveles de potencia está supeditada a que sean aprobados subsidios solicitados por el grupo de investigación a CONICET y a ANPCyT, dado que actualmente el LAMECO del CIOp sólo dispone de algunos de los componentes necesarios para este tipo de desarrollos.

2) Diseñar y desarrollar dispositivos y sistemas destinados al control, caracterización, procesado y generación de señales ópticas, empleando elementos basados en fibra óptica.

3) Estudiar la transmisión de luz por medios estructurados como fibras de cristal fotónico, y de los procesos vinculados, con vistas a su posterior aplicación en el desarrollo de dispositivos.

4) Continuar y optimizar el grabado de redes de Bragg en fibra óptica utilizando el nuevo láser de Ti:Za recientemente instalado en el CIOp, mediante la aplicación de la técnica de la máscara de fase y utilizando la radiación UV en 266 nm generada a partir de la tercer armónica del oscilador. El mismo genera pulsos de 1 mJ y 100 fs de duración en 800 nm. Como se mencionó en el punto 6.- del Informe Científico 2010-2011, ya se han comenzado a realizar tareas en este sentido que demuestran la factibilidad del grabado.

5) Inscribir en forma directa, punto a punto, redes de Bragg uniformes sobre distinto tipo de fibras ópticas, utilizando la radiación en 800 nm del láser antes mencionado, sin proceso de fotosensibilización previa y a través del recubrimiento protector de acrilato convencional, ya que el mismo es transparente a la radiación infrarroja. Para ello se hará uso de la estación de microposicionamiento empleada para maquinado de materiales con dicho láser, la cual permite la escritura por ablación de diferentes estructuras en distinto tipo de sustratos. Esta técnica tiene la ventaja frente a las interferométricas que emplean irradiación UV, de mejorar la rigidez mecánica del tramo de fibra donde se inscribió la red, ya que en aquel caso el recubrimiento o coating de la fibra debe ser removido previo al grabado, debilitando así la región. Se estudiará además la incidencia de los distintos parámetros involucrados.

6) Avanzar en las tareas tendientes al grabado (con máscara de fase e iluminación UV proveniente de un láser de Nd-YAG) de redes de Bragg con características especiales (chirpeadas, tilteadas, con corrimiento de fase discreto, superestructuras, etc.), particularmente sobre distintos tipos de fibra óptica como las dopadas con tierras raras, para lo cual se intentará diseñar e implementar un sistema para el hidrogenado previo, para aumentar la sensibilidad de la fibra a la radiación UV. Dado que esto requiere colocar durante 15-20 días la fibra en una atmósfera de hidrógeno a presiones

bastante elevadas (aprox. 30 atm), será necesario un estudio previo de los materiales y diseños necesarios para lograr tales objetivos. Si bien existe algún equipo comercial que permitiría realizar esta difusión de hidrógeno en la fibra, su costo es bastante elevado.

Llevar a cabo satisfactoriamente esta tarea resulta de gran importancia para el desarrollo de láseres de fibra, pues al poder grabar las redes que forman el resonador directamente sobre la fibra activa, se evita la presencia de empalmes dentro de la cavidad, lo que minimiza las pérdidas y aumenta la eficiencia del láser.

Asimismo, se pretende comenzar a automatizar el sistema de grabado para modificar la longitud de onda de máxima reflectividad, por ej. pretensionando la fibra de manera controlada antes de inscribir la red.

7) Desarrollar diferentes sensores basados en la tecnología de redes de Bragg en fibra óptica. Particularmente, se retomarán las tareas vinculadas al estudio y determinación de la contracción polimérica de nuevas resinas de fotocurado, embebiendo estos sensores en el material. Esto permitirá una mejor comprensión de todos los procesos involucrados, con lo que se logrará una idea más acabada de la competencia entre los fenómenos estructurales y térmicos que tienen lugar conforme avanza la reacción en el volumen de las probetas de análisis. Algunos resultados alcanzados fueron publicados en el capítulo "Interferometric Methods Applied to Polymeric Analysis" (Arenas, Gustavo F.; Russo, Nélica; Duchowicz, Ricardo) del libro "Interferometry, Principles and Applications"; Ed. Mark E. Russo; Series: Physics Research and Technology; NOVA Science Publishers, Inc.; New York; 2011.

Por otro lado, se intentará también desarrollar sensores de vibración de alta frecuencia basados en medios amplificantes y redes de Bragg.

Los resultados de las investigaciones realizadas serán enviados para su publicación en revistas internacionales y/o presentados en congresos científicos.

Las líneas de trabajo señaladas son de interés permanente en el Laboratorio, por lo que se seguirá avanzando en su desarrollo. Particularmente, el desarrollo de sensores tiene una aplicación inmediata en las actividades llevadas a cabo en el CIOP vinculadas al monitoreo de la salud estructural de vehículos espaciales, ya que el Centro está participando en la construcción de sensores de esfuerzo y temperatura que serán instalados en lanzadores satelitales (Convenio CONICET - VENG S.A.). Éstos deben cumplir los requerimientos más exigentes para un instrumento de tecnología espacial: ser operativo durante el lanzamiento. Esto implica que debe ejecutar todas sus funciones en un escenario mecánicamente hostil de altas vibraciones, shocks y variaciones térmicas, lo que significa un gran desafío tecnológico. En este sentido, se continuará brindando asesoramiento científico tendiente a cumplir satisfactoriamente con este emprendimiento.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
 - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período"

-
- c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
 - B. Envío por correo electrónico:
 - a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gov.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.