

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO²: 01-01-2014 al 31-12-2015

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, que no sea "Hotmail"):

nelidar@ciop.unlp.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

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

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

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

ACTUAL: Categoría: Inv. 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:

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

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 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

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

.....
Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

La actividad se centra en el análisis y desarrollo de dispositivos fotónicos y sistemas basados en fibras ópticas, aplicables en comunicaciones e industria. En particular pueden mencionarse:

- a) Diseño, implementación y caracterización de láseres de fibra dopada con Erblio y Er-Yb. Específicamente, láseres de emisión continua y pulsada, tanto en régimen Q-switch como Mode-locking, y láseres sintonizables en la región de 1550 nm.
- b) Análisis y desarrollo de amplificadores de fibra óptica dopada con Erblio (EDFAs) aplicables en las bandas C y L de comunicaciones ópticas.
- c) Diseño, implementación y caracterización de diferentes esquemas de sensado utilizando tecnología de fibra óptica. En particular, sensores interferométricos y basados en redes de Bragg, aplicados a la medición y seguimiento de deformaciones en diferentes materiales (polímeros fotocurables, pastas y morteros de cemento, entre otros), medición de temperatura, vibraciones, etc.
- d) Desarrollo de sistema interferométrico basado en tomografía de coherencia óptica por fuente de barrido (SS-OCT) para la medición de distancias de interés industrial, espesores de objetos transparentes y semitransparentes, y para realizar perfilometría de objetos opacos.

7. 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.

Las tareas realizadas en el período incluyen investigación científica y desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos y divulgación científica. Las mismas se enmarcan en el plan de actividades propuesto oportunamente y en algunos casos, dado su carácter interdisciplinario, se llevaron a cabo en colaboración con grupos de investigación pertenecientes a otras instituciones. Los resultados alcanzados dieron lugar a publicaciones en revistas con referato internacional y a presentaciones en congresos nacionales e internacionales. La metodología empleada fue esencialmente de tipo experimental, y se complementó con el modelado teórico de los dispositivos implementados.

En particular, se continuó con la caracterización de los cambios dimensionales que experimentan las pastas, morteros y hormigones de cemento Portland en estado plástico (fresco), aplicando diferentes técnicas ópticas, en particular esquemas interferométricos y redes de Bragg grabadas en fibra óptica. Se evaluó el efecto producido por la incorporación de diferentes aditivos a la mezcla y fue posible monitorear el proceso completo de solidificación de estos materiales, aun en las primeras etapas luego de preparada la mezcla. Cabe mencionar que los métodos mecánicos tradicionales no son capaces de medir mientras el material se encuentra fresco, sino que es necesario esperar que éste haya adquirido cierto grado de rigidez

(habitualmente luego de 24 hs). Sin embargo, se verificó que en las primeras horas luego de su preparación los materiales mencionados experimentan diferentes grados de expansión o contracción que deben ser considerados, por lo que resulta de gran utilidad la aplicación de técnicas ópticas para su determinación. De los estudios realizados se concluyó que sólo el interferómetro de Fizeau fue capaz de medir desde que la mezcla era todavía fluida o un material plástico, mientras que los sensores basados en redes de Bragg no fueron capaces de medir sino hasta pasadas unas 10 hs luego de la elaboración de la mezcla, probablemente porque no se había producido aún la adhesión del material a la fibra óptica. Además se analizó el efecto producido por diferentes aditivos en el proceso de fraguado. Trabajo realizado en colaboración con el Dr. Raúl Zerbino y la Dra. Graciela Giaccio, quienes se desempeñan en la Facultad de Ingeniería de la UNLP y el LEMIT.

Por otra parte, y con el objeto de resolver una serie de indeterminaciones que surgían de la comparación entre resultados previamente obtenidos, se realizaron nuevos trabajos relativos al estudio del proceso de fotocurado de materiales poliméricos. Para ello se realizó la medición simultánea tanto en el dominio temporal como en el espectral (en la región de 800 nm) mediante un método óptico interferométrico, de la evolución dimensional de resinas usadas en odontología como material de obturación, mientras las mismas eran irradiadas por la fuente de luz de curado. Esto permitió concluir que ambos enfoques se complementan, ya que la medida temporal permite determinar distancias con alta resolución, mientras que la medida espectral quita la ambigüedad del desconocimiento de la dirección del proceso además de proveer información absoluta de la distancia real al objeto bajo estudio. Se determinó que algunos resultados contradictorios obtenidos previamente se debían a la insuficiente velocidad de medición que era posible obtener con el analizador de espectro óptico antes utilizado (en la región de 1550 nm). En este trabajo colaboraron el Dr. Gustavo Arenas y el Ing. Julián Antonacci del Laboratorio Láser de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, mientras que las muestras de resinas fotocurables fueron provistas por el Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) de Mar del Plata.

Paralelamente a las actividades mencionadas, se diseñó, implementó y caracterizó un sistema basado en el esquema de tomografía de coherencia óptica por fuente de barrido (Swept Source Optical Coherence Tomography – SSOCT) para la medición de distancias de interés industrial. Para ello se implementó un láser de fibra dopada con erbio, sintonizable en el rango de 1520 nm a 1580 nm mediante un filtro Fabry-Perot, con 20 pm de ancho espectral y suficiente longitud de coherencia para permitir la formación de imágenes de gran profundidad. Asimismo, se empleó un conjunto de redes de Bragg grabadas en fibra óptica como sistema de autocalibración pasivo que relaciona la longitud de onda de emisión de la fuente y la posición temporal en cada barrido, lo que permitió implementar una solución simple y sin dispositivos electrónicos adicionales para corregir errores debidos a no linealidades del actuador piezoeléctrico o de control del ciclo de repetición. La configuración propuesta, dada la región espectral en la que opera, y la longitud de coherencia de la fuente de luz utilizada, permitieron aumentar el rango de distancias que pueden medirse con los esquemas OCT habituales (unos pocos mm), llegando a valores algo superiores a los 17 cm manteniendo una muy buena resolución axial. Esta actividad se realizó en colaboración con los Dres. Jorge Torga y Eneas Morel del Laboratorio de Optoelectrónica y Metrología Aplicada (LOMA) de la Facultad Regional Delta de la Universidad Tecnológica Nacional.

Además, en el marco del convenio celebrado entre el CONICET, la empresa VENG S.A. y la Fundación Innova-T, para el "Desarrollo, calificación y construcción de sensores basados en guías ópticas" destinados a la aviónica y sistema de navegación, guiado y control del prototipo de lanzador satelital Tronador II, se continuó con las tareas de asesoramiento científico y tecnológico para la implementación de sensores de temperatura y de esfuerzo o deformación.

Por otro lado, se intentó continuar realizando el grabado de redes de Bragg en fibra óptica fotosensible (FBG), con el objeto de contar con estos elementos para desarrollar nuevos esquemas de sensado óptico o para la implementación de dispositivos aplicables en comunicaciones ópticas. El sistema implementado hace ya un par de años, único en Argentina, emplea la técnica de la máscara de fase y requiere irradiar la fibra con un haz UV en 266 nm. Como se mencionó en informes anteriores, hemos utilizado para ello la radiación proveniente de un láser de Nd-YAG cuadruplicado en frecuencia o la proveniente de un láser de fs de Titanio Zafiro triplicado en frecuencia. Sin embargo, ambas fuentes de luz han sufrido deterioros que hacen imposible por ahora su utilización para generar tales FBGs. En particular, el haz UV generado por el láser de Nd-YAG no mantiene su intensidad con el paso de las horas de trabajo y además presenta zonas de alta concentración de energía que han dañado de manera irreversible la máscara de fase, lo que no permite fabricar redes de características adecuadas. Por otro lado, el láser de fs ha sufrido una importante pérdida de potencia que hace que la energía de los pulsos en la región UV (dado el carácter no lineal de su generación) resulte insuficiente para el grabado mencionado. Puesto que son equipos de uso compartido en el CIOp, se prevé realizar las gestiones para las respectivas reparaciones, pero su elevado costo demora la efectivización de las mismas.

En cuanto a la formación de recursos humanos: 1) Se continuó con la co-dirección de la Ing. Angélica Mesa Yandy en la Carrera de Doctorado en Ingeniería de la UNLP. 2) Se dictó el Curso de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, "Comunicaciones ópticas: características y procesos presentes en enlaces modernos". 3) Se participó en la "Escuela Nacional de Fotónica y Óptica Néstor Gaggioli 2015 - Sobre las aplicaciones científicas y tecnológicas de la luz". (Ver detalles en punto 20 del presente Informe).

Finalmente, debe mencionarse que la falta de financiamiento para equipamiento por parte de la CIC ha resultado un problema para el adecuado desarrollo de las actividades previstas. Asimismo, dado el carácter experimental de los trabajos de investigación realizados y que la mayoría de los elementos requeridos (fibras ópticas especiales, emisores de luz, moduladores ópticos, etc.) no se fabrican en el país, las conocidas restricciones económicas generaron demoras o imposibilitaron la adquisición de elementos en el exterior (aun formando parte de proyectos financiados por otras Instituciones (CONICET, Fac. de Ingeniería – UNLP)).

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

8.1 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 los trabajos consignados a continuación, se realizaron las actividades vinculadas a su implementación experimental, análisis e interpretación de los resultados, modelado de los fenómenos estudiados, y escritura del correspondiente artículo científico.

1.- "DIMENSIONAL STABILITY OF MATERIALS BASED ON PORTLAND CEMENT AT THE EARLY STAGES"

Angélica Mesa Yandi, Raúl L. Zerbino, Graciela M. Giaccio, Nélide A. Russo and Ricardo Duchowicz.

Proceeding of SPIE Vol. 9202, *Photonics Applications for Aviation, Aerospace, Commercial, and Harsh Environments V*, 92021U, 2014. DOI: 10.1117/12.2062222; ISSN: 0277-786X. ISBN: 9781628412291.

Abstract:

In this work two fiber optic sensing techniques are used to study the dimensional stability in fresh state of different cementitious materials. A conventional Portland cement mortar and two commercial grouts were selected. The measurements were performed by using a Bragg grating embedded in the material and a non-contact Fizeau interferometer. The first technique was applied in a horizontal sample scheme, and the second one, by using a vertical configuration. In addition, a mechanical length comparator was used in the first case in order to compare the results. The evolution with time of the dimensional changes of the samples and the analysis of the observed behavior are included.

2.- "CHARACTERIZATION OF DIMENSIONAL CHANGES OF CEMENT PASTES AND MORTARS IN FRESH STATE APPLYING AN INTERFEROMETRIC TECHNIQUE"

Angélica Mesa Yandy, Nélide Araceli Russo, Ricardo Duchowicz and Raúl Luis Zerbino.

International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) Vol. 4 Issue 10, pp. 530-535, October-2015. ISSN: 2278-0181

Abstract:

The effect produced by the incorporation of additives in Portland cement based materials over dimensional changes occurring during the setting process was evaluated employing a fiber optic Fizeau interferometric sensor. The sensor system employed a broadband light source (SLED) centered at 1550 nm, whose spectral emission was modulated by the interferometer formed between the material surface and the end of the optical fiber used to illuminate the sample. An optical spectrum analyzer was used to monitor the variation of the modulated spectrum, while the mentioned process took place. The expansion or contraction experienced by materials with different compositions was observed and quantified. Results obtained point out the accuracy and the potential of the technique.

3.- "INTERFEROMETRIC SYSTEM BASED ON SWEEP SOURCE-OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY SCHEME APPLIED TO THE MEASUREMENT OF DISTANCES OF INDUSTRIAL INTEREST"

Eneas N. Morel, Nélide A. Russo, Jorge R. Torga and Ricardo Duchowicz.

Optical Engineering, Vol. 55, N° 1, 014105 (8 pp), January 2016. DOI: 10.1117/1.OE.55.1.014105; ISSN: 0091-3286; E-ISSN: 1560-2303.

Abstract:

We used an interferometric technique based on typical optical coherence tomography (OCT) schemes for measuring distances of industrial interest. The system employed as a light source a tunable erbium-doped fiber laser of ~20-pm bandwidth with a tuning range between 1520 and 1570 nm. It has a sufficiently long coherence length to enable long depth range imaging. A set of fiber Bragg gratings was used as a self-calibration method, which has the advantage of being a passive system that requires no additional electronic devices. The proposed configuration

and the coherence length of the laser enlarge the range of maximum distances that can be measured with the common OCT configuration, maintaining a good axial resolution. A measuring range slightly >17 cm was determined. The system performance was evaluated by studying the repeatability and axial resolution of the results when the same optical path difference was measured. Additionally, the thickness of a semitransparent medium was also measured.

8.2 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.*

No consigno.

8.3 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.*

No consigno.

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

No consigno.

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

No consigno.

8.6 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.*

No consigno.

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 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.*

En el marco del convenio celebrado entre el CONICET, la empresa VENG S.A. y la Fundación Innova-T, para el "Desarrollo, calificación y construcción de sensores

basados en guías ópticas" destinados a la aviónica y sistema de navegación, guiado y control del prototipo de lanzador satelital Tronador II (Res. 2837 – CONICET (12/08/13), Período: 12/08/13 al 31/12/14), se continuó brindando asesoramiento científico y tecnológico tendiente a cumplir satisfactoriamente con este emprendimiento. En particular, respecto de la implementación de sensores de temperatura y de esfuerzo o deformación basados en redes de Bragg grabadas en fibra óptica, para monitorear la salud estructural de los vehículos espaciales.

9.2 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.*

No consigno.

9.3 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.*

No consigno.

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

No consigno.

9.5 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.

No corresponde.

10. 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.*

No consigno.

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

11.1 DOCENCIA

No consigno.

11.2 DIVULGACIÓN

- Se participó en el **Segundo Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires "Ciencia y Tecnología para el Desarrollo"**, organizado por la CIC y llevado a cabo el 1º de octubre de 2015 en el Teatro Argentino de La Plata.
- Se participó de Jornadas y eventos similares llevados a cabo periódicamente con el objeto de informar a profesionales, docentes, alumnos y comunidad en general, las actividades que se desarrollan en el CIOp. En particular, se realizaron charlas y experiencias demostrativas referidas a la utilización de las fibras ópticas tanto en comunicaciones como en diferentes aplicaciones metrológicas e industriales.

- Se volcaron a la página web del CIOp, las actividades de investigación y los servicios ofrecidos por el Laboratorio Metrológico para las Comunicaciones Ópticas (LAMECO) del CIOp.

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

En el período anterior, se solicitó al CONICET la co-dirección de una Beca Tipo II Latinoamericana, cuya beneficiaria sería la Ing. Angélica María Mesa Yandy, con el objeto de finalizar el Trabajo de Tesis en curso que dirijo. Sin embargo, dado que el CONICET decidió prorrogar de manera automática las Becas Latinoamericanas Tipo I como aquella que poseía la Ing. Yandy, no fue posible mi incorporación a la dirección de la nueva beca.

13. 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 de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata:

Tesista: Ing. Angélica María Mesa Yandy, egresada de la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia) y actualmente beneficiaria de una Beca Latinoamericana del CONICET.

Trabajo de tesis propuesto: "DISEÑO, DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE SENSORES DE FIBRAS ÓPTICAS. APLICACIÓN AL ESTUDIO DE MATERIALES".

Fecha de inicio (admisión en la Carrera): 28 de Agosto de 2012. Actualmente en ejecución (95%).

El Doctorado en Ingeniería de la UNLP ha sido acreditado por la CONEAU por 6 años y categorizado con nivel A (Res. N° 1069/11).

14. 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.- X TALLER DE ÓPTICA Y FOTÓNICA -TOPFOT 2014-, FOTÓNICA Y ÓPTICA APLICADA A LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, Facultad Regional Delta de la Universidad Tecnológica Nacional, Campana, Buenos Aires, Argentina, 27 al 30 de mayo de 2014.

Trabajo presentado: "**Redes de Bragg y sus aplicaciones**", Angélica Mesa Yandy, Alejandro A. Giordana, Nélide A. Russo, Gustavo F. Arenas, Sergio B. Noriega, Ricardo Duchowicz.

2.- OPTICAL ENGINEERING + APPLICATIONS, part of SPIE OPTICS + PHOTONICS 2014, San Diego, California, USA, 17 al 21 de agosto de 2014.

Trabajo presentado: "**Dimensional stability of materials based on Portland cement at the early stages**", Angélica Mesa Yandi, Raúl L. Zerbino, Graciela M. Giaccio, Nélide A. Russo, Ricardo Duchowicz.

3.- 99a REUNIÓN NACIONAL de FÍSICA de la ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA - AFA' 2014 -, Tandil, Buenos Aires, Argentina, 22 al 25 de septiembre de 2014.

Trabajo presentado: "**Estudio complementario de un interferómetro Fizeau dual y sus aplicaciones**", Antonacci J., Arenas G. F., Mesa Yandi A., Russo N. A., Duchowicz R.

4.- Second International Symposium on OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING – OCT4NDT, Dresden, Alemania, 25 al 26 de marzo de 2015.

Trabajo presentado: "**Optical coherent tomography system based on a self-calibrated swept source for applications requiring distances measurements over the centimeter**", Eneas N. Morel, Nélide A. Russo, Jorge R. Torga, Ricardo Duchowicz.

5.- XVI REUNIÓN DE TRABAJO EN PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y CONTROL - RPIC2015, Universidad Nacional de Córdoba y Universidad Tecnológica Nacional-Fac. Regional Córdoba, Córdoba, Argentina, 6 al 9 de octubre de 2015.

Trabajos presentados:

5.1.- "**System based on low coherence interferometry for long distance measurement**", Eneas N. Morel, Nélide A. Russo, Jorge R. Torga, Ricardo Duchowicz.

5.2.- "**Análisis de la respuesta temporal y espectral de un interferómetro de Fizeau de fibra óptica aplicado al estudio de resinas fotocurables**", Angélica María Mesa Yandy, Julián Antonacci, Nélide A. Russo, Sergio Noriega, Gustavo F. Arenas, Ricardo Duchowicz

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

No consigno

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

1.- SUBSIDIO INSTITUCIONAL A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO - Resolución N° 243/13

Institución otorgante: CIC

Fecha: Agosto 2013 - Agosto 2014

Monto recibido: \$ 6000

2.- SUBSIDIO INSTITUCIONAL A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO – Resolución N° 833/14

Institución otorgante: CIC

Fecha: Septiembre 2014 - Septiembre 2015

Monto: \$ 7000

3.- SUBSIDIO INSTITUCIONAL A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO – Resolución N° 1266/15

Institución otorgante: CIC

Fecha: desde Noviembre 2015

Monto: \$ 8750

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

En el período informado se formó parte del Grupo de Investigación beneficiario del siguiente subsidio a Proyectos de Investigación y Desarrollo:

Institución otorgante: CONICET

Nombre del Proyecto: "ESTUDIOS Y APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS FOTÓNICA Y DE FIBRAS ÓPTICAS"

Código: PIP CONICET N° 112-201101-00397 KE3 (2012-2014 GI)

Director: Dr. Ricardo Duchowicz

Duración: 3 años (2012-2014)

Monto: \$ 300000 (100.000 \$ por año). Debe mencionarse que a la fecha no ha sido completamente efectivizado.

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

No consigno

19. 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.*

No consigno

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

DICTADO DE CURSOS DE POSGRADO

1) Docente del curso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata "**Comunicaciones ópticas: características y procesos presentes en enlaces modernos**".

Lugar: Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP, CONICET-CIC-UNLP), La Plata.

Fecha de inicio: marzo de 2014. Duración: 40 hs. Coordinador: Dr. R. Duchowicz.

Válido para Carreras de Postgrado.

2) Docente de la **2da. Escuela Nacional de Fotónica y Óptica "Néstor Gaggioli"** – **Sobre las aplicaciones científicas y tecnológicas de la luz.** Realizada en el marco del Año Internacional de la Luz y organizada por: Comité Territorial de Óptica de Argentina, División Fotónica y Óptica de la Asociación Física Argentina, Facultad de Ingeniería de la UNLP y Jóvenes de Óptica y Fotónica de Argentina.

Lugar: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

Fecha: 12 y 13 de agosto de 2015.

Temas dictados con demostración experimental: aplicación de las fibras ópticas en comunicaciones, sensado de deformación y temperatura utilizando redes de Bragg en fibra.

21. 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.*

No consigno

22. 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 FOTÓNICOS Y SISTEMAS BASADOS EN FIBRAS ÓPTICAS, APLICABLES EN COMUNICACIONES E INDUSTRIA”

La actividad de investigación y desarrollo a realizar en el próximo período seguirá estando orientada al análisis, diseño, implementación y caracterización de nuevos dispositivos fotónicos basados en fibras ópticas (u otro tipo de guías de onda ópticas), aplicables tanto en sistemas de comunicaciones ópticas de alta capacidad de transmisión de información, como en el desarrollo de diferentes esquemas de sensado utilizables en las áreas de ingeniería civil, industria automotriz, aeroespacial, del petróleo, diagnóstico por imágenes, etc. La metodología a emplear será esencialmente de tipo experimental y se complementará con modelados fenomenológicos de los dispositivos implementados. Asimismo, se trabajará en la aplicación de las técnicas y dispositivos desarrollados a la resolución de problemas en la producción y la industria, mediante asesoramientos, transferencias tecnológicas, etc.

Paralelamente se continuará desarrollando la formación de recursos humanos, mediante la dirección de tesis y becarios, así como a través del dictado de cursos de postgrado. También se realizarán actividades de divulgación científica.

En cuanto a los temas específicos a abordar, se continuará trabajando en la utilización la técnica de tomografía de coherencia óptica con fuente láser de barrido (SS-OCT) para aplicaciones metrológicas tales como: medición simultánea de diámetros y espesores de cuerpos de revolución, o de espesores de tabiques internos en objetos transparentes y semitransparentes, análisis de materiales multicapa, confección del perfil de piezas mecánicas opacas, determinación de índices de refracción, etc. Se empleará o adaptará en función de las necesidades el sistema implementado en el período anterior, que utiliza un láser de diseño propio de fibra óptica dopada con erbio, de 20 pm de ancho de banda, sintonizable en la región espectral de 1550 nm mediante un filtro Fabry-Perot de espaciado variable controlado con un piezoeléctrico. El esquema emplea también un conjunto de redes de Bragg grabadas en fibra óptica para autocalibrar el sistema de medición, relacionando la posición espectral de cada filtro de Bragg con sus localizaciones temporales en cada medida. Las técnicas que se implementen, pueden potencialmente ser aplicadas en el control de calidad en procesos de fabricación. Para esta tarea se prevé continuar con la colaboración en curso con investigadores del Laboratorio de Optoelectrónica y Metrología Aplicada (LOMA) de la Facultad Regional Delta de la UTN.

Por otro lado, se desarrollará una técnica basada en la utilización de redes de Bragg con chirp para la monitorización de perturbaciones distribuidas (por ej. fisuras) en un material compuesto, tanto en el proceso de curado como posteriormente por la acción de cargas aplicadas. Las redes mencionadas presentan una variación de la periodicidad del cambio de índice de refracción a lo largo del eje óptico. Esto hace que la longitud de onda reflejada cambie con el periodo de la red ensanchando su espectro de reflexión, y que las diferentes longitudes de onda experimenten diferentes retardos de grupo. Esta característica ha permitido implementar compensadores de dispersión para sistemas de comunicaciones ópticas. Además, las redes chirpeadas presentan una gran sensibilidad en la detección de esfuerzos o deformaciones, a la vez que la distribución de estas tensiones deforma el espectro de reflexión. Por ello, se pretende utilizar esta propiedad para la localización de fisuras o grietas que puedan producirse en el material al cual sean adheridas. El sistema de monitorización estudiará tanto la respuesta en amplitud como en fase de la red sensora, analizando los cambios producidos en el espectro de reflexión y en el retardo de grupo. Para la implementación experimental de este esquema se prevé la colaboración con el Dr. Miguel

Andrés del Laboratorio de Fibras Ópticas del Departamento de Física Aplicada y Electromagnetismo de la Universidad de Valencia en España, cuyo grupo proveerá las redes mencionadas y permitirá la realización de algunas mediciones que no podemos realizar en el CIOp por falta del instrumental necesario.

También se prevé encarar la actividad que quedó pendiente del período anterior relativa al estudio e implementación de redes de periodo largo (LPG) y de sus aplicaciones en dispositivos para comunicaciones o sensores. Para ello se realizará la inscripción en forma directa, punto a punto, de dichas redes sobre distintos tipos de fibra óptica utilizando un láser de Ti:Za disponible en el CIOp, que genera pulsos de 100 fs en 800 nm, y una estación de microposicionamiento con movimientos x-y-z- θ empleada para maquinado de materiales con dicho laser. Sin embargo, dado que el mismo ha experimentado recientemente una importante pérdida de potencia, esta tarea quedará supeditada a que la misma sea suficiente para generar el cambio de índice de refracción requerido en el núcleo de la fibra. El grabado se realizará a través del recubrimiento protector de acrilato convencional, ya que el mismo es transparente a la radiación infrarroja. 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. La periodicidad de las LPG se elige para acoplar luz del modo guiado por el núcleo a modos del cladding que se propagan en la misma dirección, lo que introduce pérdidas por absorción y scattering que son dependientes de la longitud de onda. Por ello, en el diseño de las mismas será necesario resolver las ecuaciones de acoplamiento de modos en función de la aplicación a desarrollar. De ser factible la realización de esta actividad, se presentará este tema para solicitar la dirección de una beca con vistas a la realización de estudios de postgrado (Tesis Doctoral o de Maestría) por parte de algún egresado de Ingeniería o Ciencias Exactas.

Además, se comenzarán a realizar los estudios necesarios tendientes al desarrollo de un acelerómetro interferométrico de fibra óptica (IFOA). Este sensor es un sistema optoelectrónico con capacidad de medir aceleración lineal (en el eje al que es sensible) de un cuerpo al que es solidario. Existen acelerómetros lineales que operan usando diferentes principios de funcionamiento, por ej. basados en la detección de fenómenos del tipo mecánicos o electromagnéticos. Los que están basados en fenómenos ópticos son fuertemente más sensibles que sus contrapartes antes mencionadas, por lo cual su campo de aplicación responde a requerimientos de sensado que son más exigentes. Los acelerómetros que normalmente se encuentran en el mercado son del tipo MEMS, mecánicos, piezoeléctricos, capacitivos, y piezoresistivos, y se utilizan tanto en dispositivos electrónicos, videojuegos y celulares para determinar la orientación en la que se encuentran, como para monitorear vibraciones en estructuras civiles y maquinarias. Todos ellos presentan rangos de medición que los hacen aptos para estos usos pero no son suficientemente sensibles para su uso en aplicaciones como la detección de movimientos sísmicos o el desarrollo de sistemas de navegación inercial de vehículos aeroespaciales. En este sentido, los sensores del tipo IFOA brindan las características de desempeño necesarias para su implementación en aplicaciones de alta exigencia tanto de performance como de carga ambiental.

Finalmente, y en el marco de una Beca de Estudio que se piensa solicitar a la CIC para la realización de una Tesis Doctoral, se comenzará a realizar el análisis y diseño de "tapers" (estrechamientos) en fibra óptica con vistas al desarrollo de dispositivos de onda evanescente (moduladores ópticos, sensores biológicos, químicos, de magnitudes físicas, etc.). Para esto se utilizará una máquina de fusión y estiramiento de fibra óptica recientemente adquirida por el Laboratorio de Fibras Ópticas del CIOp. Estas fibras estrechadas por fusión y estiramiento, presentan una región de cintura uniforme cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda empleada y constituyen las denominadas microfibras o nanofibras. En su fabricación, se realiza una adaptación bicónica entre las dimensiones de la fibra regular y estas microfibras, lo que provee una conexión de muy bajas pérdidas. En ellas, la luz es guiada por la interface entre el cladding de la fibra

óptica y el medio exterior, en vez de hacerlo por la interface núcleo-cladding. Esto hace que el medio que rodea la microfibra modifique las propiedades de guiado y resulten extraordinariamente apropiadas para implementar sensores ópticos (químicos, biológicos, de índice de refracción, de campos eléctricos y magnéticos, etc.).

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:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).
 - 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"
 - Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: infinvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - 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.
- C. Sistema SIBIPA:
- Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

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.