

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2016-2017

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: Paolini

NOMBRES: Eduardo Emilio

Dirección Particular: Calle:

Localidad: Bahía Blanca CP: 8000

Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):

2. TEMA DE INVESTIGACION

Análisis, modelado y control de sistemas electrónicos

PALABRAS CLAVE (HASTA 3) Procesamiento de señales, electrónica, modelos

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Independiente Fecha: 7/12/2011

ACTUAL: Categoría: Independiente desde fecha: 7/12/2011

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Universidad Nacional del Sur

Facultad: --

Departamento: de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras

Cátedra: Procesamiento Digital de Señales

Otros: Area 1

Dirección: Calle: Av. Alem N°: 1253

Localidad: Bahía Blanca CP: 8000 Tel: 0291-4595154

Cargo que ocupa: Profesor Adjunto

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

Apellido y Nombres:

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

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

.....
Firma del Investigador

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 2017 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2015 al 31-12-2016, para las presentaciones bianuales. Para las presentaciones anuales será el año calendario anterior.

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

El área de trabajo es el análisis, modelado y control de sistemas electrónicos, y en particular la aplicación de técnicas de procesamiento de señales para reducir el ruido y/o eliminar la distorsión en esta clase de sistemas. Estas líneas de trabajo se aplican en la síntesis de señales analógicas utilizando señales binarias, en el desarrollo de técnicas de modulación de ancho de pulso sin distorsión en banda base para amplificadores de potencia para audio y comunicaciones, y en la lectura de CCDs científicos para la detección de neutrinos generados por reactores nucleares, como parte de una colaboración con el Fermi National Laboratory (Chicago, EE.UU.).

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.

Durante este período se continuó la orientación de las investigaciones en dos líneas:

- síntesis de señales analógicas utilizando señales binarias ("1"/"0"),
- reducción de ruido de lectura de CCDs científicos aplicados para la detección de neutrinos,

utilizando técnicas de procesamiento digital de señales.

En la primera línea se intenta sintetizar señales con un determinado contenido espectral utilizando señales binarias, que son óptimas para obtener alta eficiencia energética. Entre las aplicaciones merecen destacarse el diseño de amplificadores conmutados, sistemas de telecomunicaciones, etc. En todos los casos, se supone que los datos de entradas son señales muestreadas (digitales), como es habitual en las aplicaciones electrónicas actuales

Se han explorado dos métodos para conseguir estos objetivos: (1) la modulación "click", donde el planteo se realiza en el dominio frecuencial, buscando que el espectro de la señal binaria sea idéntico al de la señal moduladora en la banda de interés, y (2) técnicas de compensación de moduladores por ancho de pulsos (MAP o PWM por sus siglas en inglés) que hemos desarrollado en el dominio temporal, buscando que las muestras de la señal binaria filtrada sean idénticas a la de la señal moduladora. En este período se ha logrado vincular ambos métodos, tal como se reporta en la publicación 3. Los resultados obtenidos hasta ahora han sido ampliamente satisfactorios, siempre buscado obtener desarrollos prácticos, que puedan ser implementados en procesadores digitales de señales o FPGAs, etc. Un resultado particularmente interesante es el desarrollo de un modelo en banda base, que permite reducir los tiempos de simulación, tal como se ha reportado en el trabajo 6. Muchas de las técnicas de reducción de distorsión para modulaciones PWM están pensadas para señales de banda angosta, pero nuestros desarrollos son aplicables a señales de banda ancha, y en este sentido nuevas técnicas se han presentado en el trabajo 2, y principalmente en el 10, ambos en revistas internacionales de primer nivel. También presenta resultados de interés el trabajo 8, ya que utiliza técnicas realimentadas en lugar de a lazo abierto para disminuir la distorsión, que resulta de interés en muchas aplicaciones, sobre todo en el campo de la electrónica de potencia.

En este período se ha puesto especial énfasis en las aplicaciones de estas técnicas al campo de las telecomunicaciones, ya que en principio permitirían obtener buenos desempeños junto con un muy bajo consumo de energía. En este sentido merecen

destacarse los últimos desarrollos reportados en los trabajos 11 y 12 (enviados pero aún en revisión) que incluyen destacados resultados experimentales que muestran la potencialidad de estas técnicas.

Con respecto a la segunda línea de investigación, originada por una colaboración con investigadores del Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois, EE UU., el propósito es utilizar sensores tipo CCD (Charge Coupled Devices) para detectar partículas elementales. En este momento las investigaciones están orientadas a la detección de neutrinos provenientes del núcleo de reactores en centrales nucleares, y en la actualidad un prototipo está ubicado en la central nuclear Almirante Alvaro Alberto en Angra do Reis, Brasil. En esta línea participa un grupo internacional de investigadores, liderados por científicos de la UNS y Fermilab. La clave está en conseguir bajos ruidos de lectura de los CCDs, y en lograr distinguir los eventos producidos por neutrinos de otros eventos más frecuentes. Los resultados obtenidos hasta ahora son muy alentadores: Los resultados de una corrida ingenieril se detallan en el trabajo 1. El análisis detallado de la medición de ruido y su caracterización se estudian en la publicación 5. Un efecto causado por la repulsión de cargas en el pixel del CCD que se vincula con la profundidad a la que tiene lugar la interacción se estudia en los trabajos 4 y 7, y este modelo debería contribuir a aumentar la sensibilidad de detección. Los trabajos desarrollados hasta el momento pusieron de manifiesto la necesidad de desarrollar un nuevo sistema de adquisición y control de los CCDs: un prototipo en gran grado de avance se describe en el trabajo 9.

Mis tareas docentes en esta área han resultado en la elaboración de 5 tesis finales de carrera (indicadas en el punto 20), una de las cuales fue presentada en un congreso nacional de la especialidad.

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. Asimismo, para cada publicación deberá indicar si se encuentra depositada en el repositorio institucional CIC-Digital.*

1. Aguilar Arevalo, A.; Bertou, X.; Bonifazi, C.; Butner, M.; Canelo, G.; Castañeda Vazquez, A.; Cervantes Vergara, B.; Chavez, C. R.; Da Motta, H.; D'Olivo, J. C.; Dos Anjos, J.; Estrada, G.; Fernández Moroni, G.; Ford, R.; Foguel, A.; Hernandez Torres, P.; Izraelevitch, F.; Kavner, A.; Kilminster, B.; Kuk, K.; Lima Jr., H. P.; Makler, M.; Molina, J.; Moreno Granados, G.; Moro, J. M.; Paolini, E. E.; Sofo Haro, M.; Tiffenberg, J.; Trillaud, F.; Wagner, S. **Results of the engineering run of the Coherent Neutrino Nucleus Interaction Experiment (CONNIE).** *Journal of Instrumentation.* Londres: IOP Publishing Ltd. vol.11, n°. pp. 1-21. ISSN 1748-0221, 2016.

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-0221/11/07/P07024/meta>

Abstract: The CONNIE detector prototype is operating at a distance of 30 m from the core of a 3.8 GWth nuclear reactor with the goal of establishing Charge-Coupled Devices (CCD) as a new technology for the detection of coherent elastic neutrino-nucleus scattering. We report on the results of the engineering run with an active mass of 4 g of silicon. The CCD array is described, and the performance observed during the first year is discussed. A compact passive shield was deployed around the detector, producing an order of magnitude reduction in the background rate. The remaining background observed during the run was stable, and dominated by internal contamination in the detector packaging materials. The in-situ calibration of the detector using X-ray lines from fluorescence demonstrates good stability of the readout system. The event rates with the reactor ON and OFF are compared, and no excess is observed coming from nuclear fission at the power plant. The upper limit for the neutrino event rate is set two orders of magnitude above the expectations for the standard model. The results demonstrate the cryogenic CCD-based detector can be remotely operated at the reactor site with stable noise below 2 e⁻ RMS and stable background rates. The success of the engineering test provides a clear path for the upgraded 100 g detector to be deployed during 2016.

Participación: Colaboración en el planteo del problema, en el diseño de los algoritmos de medición, en el análisis de los resultados, y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: Si

2. Chierchie, F.; Cousseau, J. E.; Paolini, E. E.; Werner, S. **Mitigation of pulse-width-modulation distortion using a digital predistorted based on memory polynomials**. *Signal Processing*. Amsterdam: Elsevier Science Bv. vol. 120, pp. 562 - 571. ISSN 0165-1684, 2016.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165168415003606>

Abstract: This paper presents an adaptive digital predistorter (DPD) that significantly reduces the baseband distortion of digital pulse width modulation (PWM), typically used in switching (class-D) amplifiers. A generalized Hammerstein structure (also known as power filter) composed by static nonlinearities and FIR filters is used to model the baseband behavior of PWM. We show that the contribution of the higher order terms of the nonlinearity are negligible and therefore, for practical applications, only the first three or four odd powers should be retained. The convergence of the DPD is studied and the performance is demonstrated and compared with other approaches. Good results are obtained for typical signals even when using low-order FIR filters in the DPD. Measurement results obtained using a digital signal processor are also presented aiming to validate the proposed approach.

Participación: Idea general del trabajo, colaboración en el desarrollo del algoritmo, elección de los ensayos de prueba, análisis de resultados, organización y redacción final del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: Si

3. Chierchie, F., Paolini, E. E.. **Digital Distortion Free PWM and Click Modulation**, *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, II. 65, No. 3, pp. 396-400, 2018.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7955057/>

Abstract: This brief note exhibits the relationship between the analog click modulator, which produces a binary PWM signal with separated baseband, and recently reported fully digital, baseband distortion-free PWM algorithms (BBDPWM). We show that BBDPWM not only is a discrete-time version of the click modulator, but also it can operate in real-time without any shortcoming of other implementations. The method can also be used for developing low distortion and efficient arbitrary signal generators. In this case, we show a procedure for the off-line computation of the duty-cycles of the PWM signal with zero distortion.

Participación: Idea del trabajo, planteo del problema, revisión de resultados, organización y redacción final del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: Si

Trabajos publicados en actas de congreso

4. Sofo Haro, M.; Fernández Moroni, G.; Tiffenberg, J.; Cancelo, G.; Estrada, J.; Bertou, X.; Paolini, E. E. **Taking the CCDs to the ultimate performance for low threshold experiments**. *38th International Conference on High Energy Physics (ICHEP)*, Chicago, EE. UU., 2016.

<https://indico.cern.ch/event/432527/contributions/1071730/>

Abstract: Scientific grade CCDs show attractive capabilities for the detection of particles with small energy deposition in matter. Their very low threshold of approximately 40 eV (5 sigma) and their good spatial reconstruction of the event are key properties for currently running experiments using this technology: CONNIE experiment aiming the detection of the neutrino-nucleus coherent interaction using nuclear reactor antineutrinos, and DAMIC experiment focused on direct detection of dark matter by the observation of WIMP-nucleus recoils. Both experiments can benefit from any increase of the detection efficiency of nuclear recoils at low energy. In this work we present two different approaches to increase this efficiency by increasing the SNR of events. The first one is based on the reduction of the readout noise of device, which is the main contribution of uncertainty to the signal measurement. New studies on the electronic noise from the integrated output amplifier and the readout electronics will be presented together with result a new configuration showing a lower limit on the readout noise (currently of 2e-) which can be implemented on the current setup of the CCD based experiments. Also, the measured performance parameters of the first science size Skipper CCD will be presented, which is the new technology for the detector upgrade of the experiments due to their very low readout noise below 1e-. A second approach to increase the SNR of events at low energy that will be presented is the studies of the spatial conformation of nuclear recoil events at different depth in the active volume by studies of new effects that differ from expected models based on not interacting diffusion model of electrons in the semiconductor.

Participación: Colaboración en el planteo diseño de los algoritmos de reducción de ruido, en el análisis de la distribución espacial de los eventos, y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

5. Sofo Haro, M.; Cancelo, G.; Fernández Moroni, G.; Bertou, X.; Tiffenberg, J.; Paolini, E. E.; Estrada, J. **Measurement of the read-out noise of fully depleted thick CCDs**. *Argentine Conference on Micro-Nanoelectronics, Technology and Applications (CAMTA)*, Neuquén, 4 y 5 de Agosto, 2016.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7574083/>

Abstract: Fully depleted thick CCDs have been designed for infrared astronomy, but their low read-out noise of the order of $\approx 2e^-$ and their considerable mass of ≈ 5.2 gr, allows novel uses for them in low energy threshold particle detection applications, such as the CONNIE and DAMIC experiments. For both experiments, a reduction of the CCD read-out noise is vital. In this work we present a method to measure the read-out noise coming from electronic and non-electronic sources. The impact of the external electronics on the noise is discussed and its full characterization is presented.

Participación: Colaboración en el análisis de las fuentes de ruido, y en el planteo del algoritmo de reducción de ruido, como también en la redacción del trabajo y corrección final.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

6. Chierchie, F.; Paolini, E. E. **Baseband model for symmetric PWM modulator: Frequency Analysis and THD**. *IEEE Argencon*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires, 15 al 17 de Junio de 2016.

http://sites.ieee.org/argencon/files/programacion_detallada.pdf

Abstract: Accurate models for PWM modulators composed by the parallel connections of p-order power followed by a linear filter have been recently presented in the literature. In this paper we derive closed-form expressions for the impulse responses and frequency responses of those filters. This allows to predict the amplitudes and frequencies of the spurious components appearing in the baseband when using sinusoidal inputs and also to obtain closed form expressions for the THD.

Participación: Colaboración en el planteo del problema, en el desarrollo matemático de los resultados, y en la redacción y corrección final del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

7. Fernández Moroni, G.; Sofo Haro, M.; Tiffenberg, J.; Paolini, E. E.; Estrada, J.; Bertou, X.; Cancelo, G. **Aspect of the shape dependence with energy of point-like events in igh resistivity CCDs**. *8th Latin American Symposium on Circuits and Systems (LASCAS)*. Bariloche, Febrero de 2017.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7948098/>

Abstract: Fully depleted thick CCDs have been designed for infrared astronomy, but their low read-out noise of the order of approximately $2 e^-$ and their considerable mass of approximately 5.2 gr, allows novel uses for them in low energy threshold particle detection applications, such as the CONNIE and DAMIC experiments. In both experiments, the neutrinos or WIMPS will generate e-h pairs in a volume much less than the pixel size, they will produce events like points in the

output image, of less than 10 pixels. It is well understood that one of the factors that define the size of the events is the diffusion process. In this work we will demonstrate with experimental results and through simulation, that there is also a dependence of the size with the amount of charge generated by the event, due to charge repulsion effects.

Participación: Colaboración en el planteo del problema, del desarrollo del modelo matemático, y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

8. Chierchie, F., Paolini, E. E., **Elimination of dead-time distortion using time-feedback**. *XVII Reunión de trabajo en Processamiento de la Información y Control RPIC 2017*, Mar del Plata, Septiembre de 2017.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8211645/>

Abstract: A fully-digital algorithm to shape the spectrum of dead-time distortion in power inverters is presented. Dead-time is required to avoid short circuits of the power source by the legs of a power inverter due to the finite turn-on and turn-off times of the switches. Dead-time modifies the pulse widths of the PWM signal causing high harmonic distortion. The proposed approach is based on measuring the pulse widths at the output of the power stage, and does not require to measure the sign of the current, which is usually necessary for dead-time compensation algorithms. Furthermore, the quantization noise produced by digital PWM is also reduced, and it has a minimal computational cost.

Participación: Colaboración en la interpretación del problema, en el planteo de la solución propuesta, en el desarrollo de los modelos matemáticos, y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

9. Sofo Haro, M., Soto, A., Fernández Moroni, G., Chierchie, F., Stefannazzi, L., Chávez, R., Castaneda, A., Hernández, K., Zmuda, T., Wilser, N., Paolini, E. E., Oliva, A. R., Candelo, G. **A low noise digital readout system for scientific charge coupled devices**, *XVII Reunión de trabajo en Processamiento de la Información y Control RPIC 2017*, Mar del Plata, Septiembre de 2017.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8214366/>

Abstract: Fully depleted thick CCDs have been designed for infrared astronomy, but their low read-out noise of the order of $\approx 2 e^-$ and their considerable mass of $\approx 5.2g$, allows novel uses for them in low energy threshold particle detection applications, such as the CONNIE and DAMIC experiments. For both experiments, a reduction of the CCD read-out noise will produce an increase in the detection efficiency. Few works have demonstrated that it is possible to reduce the noise applying digital processing techniques, and it is a field that must be explored. In this work the design of a CCD digital acquisition system will be presented. The impact of key parameters as quantization noise, front-end gain and ADC noise will be analyzed. A prototype of the front-end electronics was successfully tested with a CCD exposed to X-rays, achieving $2.3e^-$ of readout noise.

Participación: Colaboración en el análisis de los efectos de cuantización y ruido electrónico, en el desarrollo de los modelos, en el análisis de los datos experimentales, y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

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.*

10. Chierchie, F., Paolini, E. E., Stefanazzi, L. **Dead-Time Distortion Shaping.** Aceptado en *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2018.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8334622/>

Abstract: A fully digital algorithm to shape the spectrum of dead-time distortion in power inverters is presented. Dead-time is required to avoid short circuits of the power source by the legs of a power inverter due to the finite turn-ON and turn-OFF times of the switches. Dead-time modifies the pulse widths of the pulse width modulated (PWM) signal causing high harmonic distortion. The proposed approach is based on the time-to-digital conversion of the pulse widths at the output of the power stage and does not require to measure the sign of the current, which is the preferred approach for dead-time compensation algorithms. The effect of the parasitic capacitance of the switching device that distorts the switching waveform is also analyzed and corrected. Furthermore, the quantization noise produced by digital PWM is also reduced by the proposed approach and has a minimal computational cost. Hardware-in-the-loop simulations are provided to show the effectiveness of the proposed approach, and experimental results using an H-bridge voltage-source inverter are included. A minimum total harmonic distortion plus noise (THD+N) of 0.027% was achieved for a 1-kHz input driving an inductive load.

Participación: Colaboración en la interpretación de los fenómenos de tiempo muerto, en el desarrollo de los modelos para el análisis de la capacidad parásita, en el planteo de los experimento, y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: Si

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.*

11. Morales, J. I., Chiechie, F., Mandolesi, S., Paolini, E. E. **Table-based PWM modulator for all-digital RF Transmitters**. Enviado a *International Journal of Circuit Theory and Applications*, Junio 2018.

Abstract: In this paper we present a PWM modulator for an all-digital PWM transmitter based on switching amplification. In this approach, each symbol is represented by a sequence of pre-computed PWM pulse widths stored in a table that results in reduced Error Vector Magnitude (EVM). A high resolution pulse-former is then used to build the bipolar RF signal. Simulations and comparisons to other approaches reported in the literature under different oversampling ratios and finite time resolutions are presented.

Participación: Colaboración en el planteo del problema, en el desarrollo del setup experimental, en el diseño de los métodos de medición y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

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

12. Morales, J. I., Chierchie, F., Mandolesi, P., Paolini, E. E., **FPGA implementation and evaluation of a PWM-based RF modulator**. Enviado al 26 Congreso Argentino de Control Automático AADECA 2018, Buenos Aires, 7 al 9 de Noviembre de 2018.

Abstract: In this paper we present a modulator for an all-digital pulsewidth modulated (PWM) transmitter based on switching amplification. In this approach, each symbol is represented by a sequence of pre-computed PWM pulse widths stored in a table that results in reduced Error Vector Magnitude (EVM), achieving low distortion with a reduced pulse-rate. The modulator is implemented in a field programmable gate array (FPGA) device. Comparison to standard uniform PWM technique is presented to evaluate performance of the modulator. Measurements using 64-QAM signals show a reduction of EVM values from 11.61% (-18.7 dB) for uniform PWM to 2.41% (-32.4dB) for the proposed approach.

Participación: Colaboración en el planteo del problema, en el desarrollo del método de modulación, en el diseño de los métodos de medición y en la redacción del trabajo.

Depositada en el Repositorio CIC-Digital: No

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 he realizado comunicaciones en este período.

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. Indicar en cada caso si se encuentra depositado en el repositorio institucional CIC-Digital.*

No he realizado informes o memorias técnicas en este período.

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.*

No he realizado trabajos de desarrollo de tecnología en este período

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 he registrado ninguna patente en este período

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 poseo

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

No he desarrollado otras actividades tecnológicas en este período

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.

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 he realizado servicios tecnológicos en este período.

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

11.1 DOCENCIA

Elaboración de los apuntes (aprox. 700 páginas), ejercicios, demostrativos, laboratorios y pagina web de la materia Procesamiento Digital de Señales, cód. 2803, Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras, Universidad Nacional del Sur. Página web:

<https://moodle.uns.edu.ar/moodle/course/view.php?id=658>

Asesor en la publicación del trabajo final de carrera de los alumnos Lucas Bualó y FrNCO Moiola, **Gesture recognition from EMG signals**, en Argencon 2018, 6 al 8 de Junio de 2018, San Miguel de Tucumán, Argentina, Trabajo Nro. 83

11.2 DIVULGACIÓN

No he realizado publicaciones de divulgación en este período.

En cada caso indicar si se encuentran depositados en el repositorio institucional CIC-Digital.

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

- Director del Dr. Fernando Chierchie, becario Postdoctoral CONICET. Tema: Técnicas de codificación temporal basadas en modulación digital por ancho de pulso y sus aplicaciones. Período: 1 de abril de 2017 a la fecha.
- Director del Dr. Guillermo Fernández Moroni, becario Postdoctoral CONICET. Tema: Diseño e Implementación de Sistemas de Lectura de CCDs de Bajo Ruido. Período: 1 de abril de 2017 a la fecha.
- Codirector del Ing. Juan Ignacio Morales, becario interno doctoral CONICET. Tema: Diseño de sistemas microelectrónicos basados en alta resolución temporal. Director: Dr. Pablo S. Mandolesi. Período: 1 de abril de 2016 a la fecha.
- Codirector del Ing. Nicolás Daniel Rodríguez, becario interno doctoral CONICET en el marco de proyecto de investigación de unidades ejecutoras. Tema: Redes neuronales profundas de bajo consumo. Director: Dr. Pedro Julián. Período: 1 de abril de 2018 a la fecha

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.*

No he dirigido tesis en este período.

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.*

No recuerdo haber asistido a reuniones científicas durante este período, aunque he participado activamente como miembro del comité académico y revisor de trabajos en AADECA 2016, EAMTA 2017, RPIC 2017, ARGENCON 2016, etc.

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

No he realizado cursos de perfeccionamiento ni viajes de estudio en este período.

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

1. Subsidios a Proyectos de Investigación. UNS. Secretaría General de ciencia y tecnología. Proyecto: Reducción de ruido y distorsión en sistemas electrónicos. Período: 1/1/2016 a 31/12/2019. Director: Eduardo E. Paolini (UNS-CIC), Alejandro R. Oliva (UNS-CONICET). Monto solicitado: \$81500,00.

Descripción: El plan de trabajo se articula sobre dos líneas: 1) Reducción de la distorsión en amplificadores conmutados, y 2) Reducción de ruido y distorsión en sistemas de lectura de CCDs (Charge Coupled Devices). Estas dos líneas se vinculan en la utilización de herramientas similares de procesamiento de señales, y en los fundamentos electrónicos subyacentes. En referencia a la primera línea, el objetivo general es aplicar algoritmos de procesamiento digital de señales (PDS) para mejorar el

desempeño de circuitos y sistemas de señal mixta en términos de la velocidad, la fiabilidad, la eficiencia energética, la calidad de las señales, etc. Los circuitos y sistemas de señal mixta son sistemas que operan tanto con señales analógicas como digitales. La mejora del desempeño y la disminución del costo de los sistemas digitales propicia el avance de estos por sobre los sistemas analógicos, que sin embargo se mantienen mayormente en las etapas de entrada y salida donde existe interacción del dispositivo con el ser humano o el medio físico a través de sensores, actuadores o transductores de diferentes tipos. Algunos ejemplos de estos sistemas son: transmisores y receptores de sistemas de comunicaciones, conversores analógicos/digitales (A/D) y digitales/analógicos (D/A), amplificadores de potencia (AP), circuitos de electrónica de potencia, etc. Con respecto a la segunda línea, el objetivo general es el desarrollo e implementación de nuevas técnicas de lectura de detectores de imágenes basados en CCDs (Charge Coupled Device) para reducir el nivel de ruido y distorsión de las mediciones. En esta etapa se pretende desarrollar mejoras para un sistema formado por varios detectores CCDs de lectura simultánea que se utilizarán como detectores de partículas de baja energía, aprovechando los desarrollos previos para incrementar su desempeño. Esto supone el desarrollo de algoritmos de procesamiento que garanticen la detección óptima de los eventos generados por estas partículas en las imágenes de salida, en particular en condiciones de ruido diferentes a las encontradas en el laboratorio.

2. PICT 2014-1225, Detección de neutrinos usando CCDs, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Período 2015-2019, Director: Eduardo E. Paolini (UNS-CIC), Gustavo Cancelo (Fermilab), \$494025,00.

Descipción: In recent years, advances in neutrino detection techniques enabled the realization of precise experiments aiming at new applications both in neutrino physics and for new demonstrations of the model of fundamental interactions. The interaction neutrino-nucleus is a fundamental interaction predicted by the standard model, but it is difficult to detect because of the low interaction between neutrino and matter. The fission process at the core of nuclear reactor is an abundant source of neutrinos, and they can be used to study the fundamental properties of these particles and also to derive information about the evolution of the nuclear fuel and its composition. This research project is based on the application of imaging CCDs (charge coupled devices) to detect the neutrino-nucleus interaction under experiment CONNIE (coherent neutrino-nucleus interaction experiment). The two main objectives of the experiment are (1) to corroborate the predictions of the standard model of particles, in particular, the measurement of neutrino interactions with matter and (2) to test in the field a method that provides nearly real-time status information about the state of the reactor and its thermal power, without requiring access to the reactor core. These experiences are possible because of unusual collaboration between industry and academia: the availability of a research lab next to a high power nuclear reactor (Angra II in the Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, in Rio de Janeiro, Brazil). The research effort combines the strengths of different groups in Argentina, Brazil, and USA. The Brazil group has been responsible for the construction of the research lab, and installed another experiment (Angra II;) that will run simultaneously with the one described in detail in this proposal (CONNIE). The detector and the associated electronic has been developed at Fermilab. The main contribution of the group at Universidad Nacional del Sur is the development of additional measurement procedures and processing algorithms to achieve the low noise required by this application, in collaboration with Instituto Balseiro. During the development of the experiment it is expected that the frontiers between these activities became blurred because every member of the team will be deeply involved in the setup and running of the experiment, and in the analysis of the collected data.

3. Subsidio Institucional para investigadores CIC (res. 243/13) Período 2015-2016. Monto: \$8000,00.

4. Subsidio Institucional para investigadores CIC (res. 243/13) Período 2016-2017. Monto: \$10000,00.

5. Subsidio Institucional para investigadores CIC (res. 602/16). Período 2017-2018. Monto: \$16000,00.

6. PICT 2016-4825 Desarrollo de un controlador de alta sensibilidad para detectores CCD Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Período 2017-2020, Director: Guillermo Fernández Moroni (CONICET-Fermilab), Monto: \$1305000,00. Rol en el proyecto: Colaborador

Descripción: This project aims to develop a new controller for scientific Charge Coupled Devices (CCDs) with an enhanced sensibility compared to available controllers and with the capability of handling a different type of CCD known as Skipper CCD. The controller will have a digital signal processing of the video signal instead of the standard analog processing. The ability of a CCD to obtain high resolution digital images, with high energy resolution, high detection efficiency, low noise, good spatial resolution and low dark current, together with new fabrication processes that allow the construction of thick devices with significant mass (up to 5.2 grams) have encouraged its use in novel applications for particle detection. The controller will be specially designed to meet the demanding requirements of the new particle-detection applications based on CCDs. The use of a digital readout system enables a reduction of the detection threshold of the CCDs because of the reduction of the readout noise. Filtering algorithms, that are more effective than integration, can be used to reduce the pixel error, and different techniques can be tested without altering the readout hardware. The skipper technology has been extensively studied by the members of this project, from a mathematical formulation of the noise reduction capabilities, to measurements with a device. It is expected to obtain an increment of 70% in the sensitivity for particle detection using a digital processing chain, and an increment of approximately 100% with the ability of using Skipper-type CCD. The controller is divided in 5 subsystems: (1) Acquisition subsystem, in charge of the video signal matching and digitization; the samples are sent to the control subsystem. (2) Clock subsystem: it will provide the required clock signals to control the CCD. (3) Subsystem of power supplies: it provides the DC power voltages for the amplifiers at the output stage of the CCD. (4) Control subsystem: it is in charge of the synchronization of all subsystems and it processes the ADC data to get the final pixel value. It is also in charge of the communication with the external personal computer. (5) Subsystem of telemetry: It provides measurements of all the signals acting on the detector and some auxiliary signals like board temperature, power line, etc.

7. Proyecto Colaborativo I+D+i Fundación Sadosky. "Dispositivo electrónico para contenedores de residuos", Grupo de Investigaciones en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos (CONICET/Universidad Nacional del Sur) y Alliansys. Período: 2017-2018. Monto: \$300000,00. Investigador Responsable: Dr. Pedro M. Julián. Rol en el proyecto: colaborador.

Descripción: Desarrollo de dispositivos electrónicos que puedan ser instalados en contenedores de residuos para medir el nivel de llenado de los mismos, transmitiendo esa información a una plataforma cloud que monitoree el estado de los contenedores y genere rutas óptimas de la flota vehicular de recolección. La solución tecnológica apunta a optimizar el sistema de recolección de residuos domiciliarios, el cual constituye uno de los rubros más onerosos del presupuesto municipal. Según experiencias similares en ciudades europeas, se han logrado reducir los costos entre un 20% y un 50%. Estos porcentajes varían de acuerdo a la densidad poblacional y frecuencias de recolección. El principal beneficio se logra al incorporar el concepto de rutas dinámicas en contraposición con el sistema tradicional de rutas estáticas. El dinamismo es posible a partir de la información de llenado de los contenedores, obtenido por los sensores incorporados, los cuales son tomados en cuenta por una plataforma de administración y ruteo para elaborar rutas óptimas, reduciendo la visita a contenedores que no requieren

su recolección, y en contraste, posibilitando aumentar la frecuencia en los puntos donde se requiera.

8. PICT 2017-2526, Diseño de componentes y circuitos integrados para electrónica flexible, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Período 2018-2021, Director: Dr. Pedro M. Julián (UNS-CIC), Monto: \$960000,00. Rol en el proyecto: Colaborador.

Descripción: El presente es un proyecto de investigación aplicada cuyo objetivo general es el estudio de la factibilidad y performance de dispositivos de electrónica flexible basadas en deposición de tintas y sus características al integrar sistemas complejos. La electrónica flexible es una tecnología que promete un nuevo paradigma de desarrollo de dispositivos/sistemas innovadores en áreas estratégicas como salud, Internet de las cosas (IoT), comunicaciones, etc. Los objetivos específicos son: 1) fabricación y caracterización de estructuras de prueba; 2) Diseño de ASICs para integración con dispositivos flexibles; 3) Estudio de la fiabilidad de los dispositivos; 4) Modelado de los dispositivos, y 5) demostrador basado en una remera inteligente.

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

No cuento con otras fuentes de financiamiento

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

No he recibido distinciones o premios en este período.

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.*

Evaluador de la Convocatoria 2017 de los Proyectos de Investigación PICT2017, en el área de la Tecnología Informática de las Comunicaciones y Electrónica del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) de la República Argentina.

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

Dictado del curso de pregrado "Procesamiento Digital de Señales", todos los años en el primer cuatrimestre, y se repite en el segundo cuatrimestre. Me insume 8 hs. semanales frente a alumnos, y unas 4 hs. adicionales de preparación (apuntes, página web, desarrollo de laboratorios, corrección de trabajos prácticos, etc.). En total me insume aproximadamente un 30% de mi tiempo.

También he dirigido los siguientes proyectos finales de carrera durante este período:

- Director del proyecto final de carrera del Sr. David Silvestri. Título: "Gestor de potencia", Universidad Nacional del Sur, diciembre 2017.
- Codirector del proyecto final de carrera del Sr. Lucas Bualó. Título: "Clasificación de gestos a partir de señales EMG – Parte I", Universidad Nacional del Sur, diciembre 2017. Co director: Dr. Javier Orozco
- Codirector del proyecto final de carrera del Sr. Franco Moiola. Título: "Clasificación de gestos a partir de señales EMG – Parte II", Universidad Nacional del Sur, diciembre 2017. Co director: Dr. Javier Orozco

- Director del proyecto final de carrera del Sr. Manuel Prieto. Título: "Adaptación de casa doméstica a la tecnología", Universidad Nacional del Sur, diciembre 2017.
- Director del proyecto final de carrera del Sr. Nicolás Rodríguez. Título: "Implementación de redes neuronales profundas y efectos de la cuantización de parámetros", Universidad Nacional del Sur, marzo 2018.

Estas tareas me insumen unas 8 hs semanales, un 20% de mi tiempo. En total, las tareas de docencia me demandan un 50% de mi tiempo.

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.*

Categoría equivalente de Investigación: II (2/VIII/05). Categorización efectuada por la Comisión Regional de Categorización.

Participación actual en proyectos de investigación:

Reducción de ruido y distorsión en sistemas electrónicos. (24K/078)

Secretaría General de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Sur.

Inicio: 1 de enero de 2016. Finalización: 31 de diciembre de 2019.

Rol en el proyecto: Director.

Jurado de Tesis

- Miembro del jurado evaluador de la tesis de maestría del Lic. Juan M. Arriola, "Representación matemática de ondas cerebrales". Director: Dra. Liliana Castro, Marzo de 2016.
- Miembro del jurado evaluador de la tesis de maestría de la Ing. Niria Osterman, "Diseños de IPs basados en AMBA: interfaz serial y generador de números aleatorios de señal mixta". Director: Dr. Pablo S. Mandolesi, Marzo de 2017.
- Miembro del jurado evaluador de la tesis de doctorado del Ing. Micael Bernhardt, "Alineamiento de interferencia y autointerferencia en sistemas de comunicaciones inalámbricas de última generación". Director: Dr. Juan E. Cousseau, Marzo de 2018.

Par evaluador de ingreso a la carrera del investigador científico CONICET, 2016.

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

Título:

Análisis, modelado y control de sistemas electrónicos para reducción de ruido y distorsión

El plan de trabajos propuesto sigue las líneas de investigación indicadas más arriba:

Línea 1: síntesis de señales analógicas utilizando señales binarias

El objetivo general es aplicar algoritmos de procesamiento digital de señales para mejorar el desempeño de circuitos y sistemas de señal mixta en términos de la velocidad, la fiabilidad, la eficiencia energética, la calidad de las señales, etc.

Los circuitos y sistemas de señal mixta son sistemas que operan tanto con señales analógicas como digitales. La mejora del desempeño y la disminución del costo de los sistemas digitales propicia el avance de estos por sobre los sistemas analógicos, que sin embargo se mantienen mayormente en las etapas de entrada y salida donde existe interacción del dispositivo con el ser humano o el medio físico a través de sensores, actuadores o transductores de diferentes tipos. Algunos ejemplos de estos sistemas son: transmisores y receptores de sistemas de comunicaciones, conversores analógicos/digitales y digitales/analógicos, amplificadores de potencia, circuitos de electrónica de potencia, etc.

El objetivo específico es estudiar técnicas avanzadas de modulación digital por ancho de pulso para sintetizar señales analógicas a partir de los instantes de cambio de una señal binaria, ternaria o multi-nivel y para amplificar estas señales de forma eficiente utilizando amplificadores de potencia conmutados. Concretamente el enfoque propuesto puede sintetizarse en los siguientes puntos:

- El estudio de técnicas de modulación PWM de muy baja distorsión y su vínculo con las técnicas propuestas. Estas técnicas permiten aumentar el rango dinámico de señales analógicas a partir de sintetizarlas utilizando señales binarias PWM. El aumento constante en las velocidades de los circuitos digitales permite una mayor resolución temporal a costa de una menor relación señal a ruido limitado por el piso de ruido electrónico y las bajas tensiones de alimentación. Por esta razón la utilización de PWM digital en donde la señal queda codificada temporalmente en los anchos de pulsos resulta de gran interés.
- La aplicación de estas técnicas en sistemas de comunicaciones, por ejemplo para sintetizar símbolos de alta calidad y baja distorsión para transmisores de comunicaciones con modulación digital de amplitud en cuadratura (QAM por sus siglas en inglés), así como su amplificación eficiente.
- El desarrollo de técnicas de medición y compensación del tiempo muerto, una de las mayores causas de distorsión en circuitos conmutados, en base a la comparación temporal de los anchos de los pulsos, evitando las mediciones del signo de la corriente como es habitual en la literatura.
- Aplicar estos resultados al desarrollo de circuitos integrados aprovechando una alta resolución temporal para generar señales de baja distorsión y alto rango dinámico, estrechamente relacionado con los estudios doctorales del Ing. Juan I. Morales (ver punto 12)

Línea 2: reducción de ruido de lectura de CCDs científicos aplicados para la detección de neutrinos

El objetivo general es desarrollar técnicas de medición para señales de muy pequeña amplitud inmersas en ruido. Este tema es de aplicación en múltiples áreas de la ingeniería electrónica, bioingeniería y física, y es relativamente independiente de la tecnología de los sensores utilizados. Este objetivo requiere de la aplicación de conceptos de las áreas de procesamiento digital de señales, física de los dispositivos y transductores, y diseño de topologías. El objetivo específico es el desarrollo de técnicas de lectura de detectores de imágenes basados en CCDs (Charge Coupled Devices) para reducir el nivel de ruido y distorsión de las mediciones. En esta etapa se pretende mejorar el desempeño de un sistema formado por varios CCDs de lectura simultánea que se utiliza como detector de partículas de baja energía. Como la aplicación implica el desarrollo de una nueva tecnología en detección de partículas con mejoras significativas respecto a las tecnologías existentes, se seguirá un abordaje múltiple entre las diferentes disciplinas que determinan su desempeño: el diseño y estudio de los detectores, el desarrollo de técnicas de lectura que mejoren su desempeño en la detección de señales débiles y el desarrollo de algoritmos de procesamiento que garanticen la detección óptima de los eventos generados por estas partículas en las imágenes, en particular para condiciones donde el nivel de la señal es

comparable al ruido de fondo de la imagen.

Se estudiarán las fuentes de ruido y distorsión del CCD y sus sistemas anexos, se analizarán técnicas de procesamiento de señales y estrategias de implementación que mejor traduzcan los desarrollos teóricos en aplicativos y comprometan en la menor manera posible los costos de la implementación. Esta aplicación supone objetivos de interés:

- tecnológico: el desarrollo de un detector de neutrinos de pequeño tamaño comparado con los detectores actuales, de relativo bajo costo que facilitaría su implementación por parte de otras instituciones científicas;
- técnico: la posibilidad de monitorear la potencia del reactor nuclear por medio de los eventos esperados; y
- científico: la comprobación de la interacción entre los neutrinos y los núcleos de los átomos del detector, la cual no ha podido ser observada hasta el momento por el alto umbral de detección de las tecnologías disponibles.

Se aspira a desarrollar un sistema que pueda funcionar en ambientes más hostiles que los del laboratorio, por lo se analizarán los efectos de las diferentes fuentes de radiación naturales que pueden producir señales espurias y disminuir la eficiencia de detección. A tal fin se estudiarán las características de generación y transporte de las cargas libres en los CCD, y se investigarán algoritmos de procesamiento de imágenes que permitan separar las señales espurias de las esperadas.

Se estudiará también el funcionamiento de CCDs de mayor espesor que permitirían incrementar la capacidad de detección de neutrinos, en particular la forma de generación de carga por la deposición de energía de estas señales débiles, y la manera en que ésta se transporta hasta la posición final en los pixeles. Simultáneamente se estudiarán algoritmos de búsqueda de eventos en imágenes que incorporen esta información para aumentar la eficiencia de detección de señales de amplitud comparable al ruido, sin aumentar el número de falsos positivos.

El objetivo final es el de mejorar un sistema integral de detección usando CCDs en colaboración con Fermilab (Fermi National Accelerator Laboratory, Chicago, Estados Unidos) para detección de neutrinos. Uno de los doctorandos (GFM) participó del desarrollo e instalación del primer prototipo del sistema que forma parte del experimento CONNIE (Coherent Neutrino-Nucleus Interaction Experiment) el cual es una colaboración internacional liderada por la Universidad Nacional del Sur y Fermilab, donde también participan el Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (Brasil), Centro Atómico Bariloche (Argentina), Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil), Universidad Nacional de Asunción (Paraguay) y la Universidad de Zurich (Suiza).

En la etapa de desarrollo sólo es necesario contar con elementos de cómputo y software matemático y de simulación, además de los datos experimentales cedidos gentilmente por el grupo de Fermilab, con quien se mantendrán contactos frecuentes por vía electrónica (correo electrónico, comunicaciones telefónicas, videoconferencias) para mantener la perspectiva del trabajo, y los datos obtenidos del primer prototipo en Brasil. La etapa final de ensayo de los algoritmos, participación en el armado de los nuevos componentes al equipo CCD y la instalación en Brasil, se dará en el marco de cooperación internacional entre la UNS y Fermilab, dentro del Proyecto DAMIC (T987) dirigido por el Dr. Juan Cruz Estrada Vigil, codirector del becario postdoctoral Dr. Guillermo Fernández Moroni. (ver punto 12).

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 22).
 - 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: infinvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), 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.
- C. Sistema SIBIPA:
- a. Se deberá petitionar 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.