



# INFORME CIENTIFICO DE BECA

Legajo N°:

**TIPO DE BECA** Doctoral

**PERIODO** 2016

## 1. DATOS PERSONALES

*APELLIDO: Fiaschetti*

*NOMBRES: Leandro Pedro*

*Dirección Particular: Calle:*

*Localidad: Tandil CP: 7000 Tel:*

*Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"): lea8746@gmail.com*

## 2. TEMA DE INVESTIGACION (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

Desarrollo de una arquitectura orientada al desarrollo de sistemas de gestión de redes de energía

**PALABRAS CLAVE (HASTA 3)** Sistemas de gestión de distribución      Diseño      de  
Arquitectura      Procesamiento de eventos complejos

## 3. OTROS DATOS (Completar lo que corresponda)

**BECA DOCTORAL 1° AÑO** (ex ESTUDIO 1° AÑO): *Fecha inicio:* 01-04-2016

**BECA DOCTORAL 2° AÑO** (ex ESTUDIO 2° AÑO): *Fecha inicio:*

**BECA DOCTORAL 3° AÑO** (ex PERFECCIONAMIENTO 1° AÑO): *Fecha inicio:*

**BECA DOCTORAL 4° AÑO** (ex PERFECCIONAMIENTO 2° AÑO): *Fecha inicio:*

## 4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

*Universidad y/o Centro: Grupo de Plasmas Densos Magnetizados - UNCPBA*

*Facultad: Cs. Exactas*

*Departamento: Computación y sistemas*

*Cátedra: -*

*Otros: -*

*Dirección: Calle: Pinto N°: 399*

*Localidad: Tandil CP: 7000 Tel: 0249-4385690*

## 5. CARGO UNIVERSITARIO (si existe, especificar categoría, dedicación, condición de ordinario, regular o interino):

-

## 6. CARGOS EN OTRAS INSTITUCIONES:

-

## 7. DIRECTOR DE BECA

*Apellido y Nombres: Boroni Gustavo Dirección*

*Particular: Calle:*

*Localidad: Tandil CP: 7000 Tel:*

*Dirección electrónica: gboroni@gmail.com*

## **8. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA**

*Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.*

Proponer una arquitectura novedosa que incluya características tales como usabilidad, flexibilidad, extensibilidad y seguridad junto con la posible incorporación de nuevas funcionalidades, en contraposición con las arquitecturas monolíticas utilizadas actualmente para este tipo de sistemas. En este último caso, la arquitectura será diseñada considerando funcionalidades de operación que generalmente no están disponibles en sistemas SCADA, tales como procesamiento de información, análisis de datos, flujo de carga, contingencias, y procesamiento de eventos complejos considerando estándares abiertos como el modelo CIM (Common Information Model). La hipótesis de trabajo es contribuir en el desarrollo de nuevas tecnologías, procesos y metodologías más eficientes y sustentables para el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE). UREE es un programa del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva que propone diversos mecanismos para utilizar los recursos eficientemente.

## **9. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.**

*Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

- Implementación de una arquitectura para redes de distribución de energía eléctrica:

Las herramientas convencionales aplicadas en los centros de control generalmente utilizan una arquitectura orientada a datos, que corresponden a sistemas pasivos. Estos sistemas carecen de la capacidad de detectar y responder de manera inteligente a los cambios del entorno.

En este sentido, se analizó el diseño de una arquitectura orientada a eventos, cuyos atributos de calidad que guían el desarrollo son: flexibilidad, escalabilidad, seguridad e interoperabilidad. El primero hace referencia a la necesidad de la adaptación en la incorporación de nuevas funcionalidades, tales como nuevos algoritmos, nuevos componentes eléctricos, entre otros. El segundo está relacionado con la capacidad de crecimiento de la herramienta; por ejemplo a nivel de manejo de datos, usuarios y componentes eléctricos. Por otra parte, la seguridad también es una preocupación importante de diseño, y puede garantizarse mediante mecanismos tradicionales que incluyan servicios de autenticación, autorización, encriptación, perfiles y permisos. Por último, la necesidad de la interoperabilidad para intercambiar y procesar información proveniente de otras herramientas es un requisito fundamental.

Para el desarrollo de esta arquitectura se empleó una metodología Attribute Driven Design (ADD), en el cual una vez priorizados los atributos de calidad, se realizaron diferentes iteraciones de refinamiento de la arquitectura hasta obtener el nivel de detalle necesario para presentar el diseño arquitectónico final.

- Desarrollo de un editor de redes de energía eléctrica:

Una vez propuesta la arquitectura, se comenzó con el desarrollo de las aplicaciones que interactúan con el sistema. Primeramente se implementó un editor de redes unifilares adaptado a las necesidades de la arquitectura propuesta. Para el desarrollo de dicho editor se analizaron diferentes herramientas open-source que permitieran extender su funcionalidad para ser adaptada específicamente a un editor y visualizador de diagramas unifilares de red. Luego de un análisis minucioso de al menos 10 herramientas se eligió el framework JGraph, el cual se encuentra desarrollado en Java a través de las librerías de Swing y AWT.

- Implementación del Common Information Model (CIM):

Los sistemas de gestión de energía y más específicamente los sistemas de distribución, cuentan con numerosos módulos que requieren compartir información de un modelo de datos común.

Por este motivo, y teniendo en cuenta que estos módulos son desarrollados por separado y la información utilizada puede requerir de una adaptación, se analizó la implementación de algún mecanismo que permitiera estandarizar la información. En este contexto, EPRI (Electric Power Research Institute) estableció un modelo de datos estándar para estos sistemas denominado CIM (Common Information Model) para brindar la interoperabilidad con otras aplicaciones. Concretamente en esta actividad, inicialmente se analizó el diseño del software correspondiente para modelar cada uno de los componentes eléctricos existentes en una red, y luego se realizó la implementación propiamente dicha en el lenguaje JAVA. Tendiendo en cuenta que los componentes eléctricos varían en la definición de sus parámetros, el modelo CIM presentado generó algunas limitaciones con respecto al modelado de algunos parámetros particulares. En este sentido, fue necesaria la implementación de una extensión de dicho estándar para representar algunos faltantes como por ejemplo matrices de impedancia entre fases de línea.

- Integración de herramientas de OpenSource para ejecutar algoritmos de análisis de redes de distribución de energía eléctrica:

Haciendo un análisis de las aplicaciones relacionadas con el sector de distribución de energía eléctrica, se pudo observar que existe una amplia gama de herramientas desarrolladas, que se encuentran disponibles para su uso y que ofrecen gran cantidad de algoritmos de análisis de redes. En este contexto, OpenDSS es una herramienta integral de código abierto para sistemas de distribución de energía eléctrica desarrollada por el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI) para modelar y simular el comportamiento eléctrico de la red de distribución. Otra característica de OpenDSS es que incluye una interfaz COM para comunicarse con otras aplicaciones, dando flexibilidad y modificabilidad. Aprovechando esta característica, se implementó y agregó un nuevo módulo a la arquitectura que actúa como traductor del modelo CIM, lo cual permitió integrar dicha herramienta con el desarrollo del sistema de gestión, logrando de esta manera obtener un software integral adaptable a las distintas realidades de la región en cuanto al tamaño de las distribuidoras.

En cuanto a la importancia de los desarrollos mencionados en el ámbito de la provincia, en el 2016 el grupo de trabajo al que pertenezco mandó a realizar un estudio de mercado vinculado a la utilización de sistemas de gestión por parte de las distribuidoras de energía. Como resultado del trabajo se concluyó que las distribuidoras utilizan sistemas tradicionales tipo SCADA, y muy pocas aplican técnicas de cálculo y modelado, lo que dificulta su adaptación sobre las redes actuales o de desarrollo en un futuro inmediato. En general dichas herramientas consideran sistemas balanceados, con desequilibrios despreciables, y métodos tradicionales para el cálculo de flujo de carga (Top Down), que no permiten modelar las situaciones necesarias y reales. Vinculado a esto, también se pueden encontrar detalles en presentaciones realizadas por empresas como EDESUR, EDENOR, EPEC, EDEMSA, Energía San Juan, EDET y otros, y en las iniciativas presentadas por CAMMESA para las localidades de Armstrong en Santa Fe y Trenque Lauquen en Buenos Aires.

Se entiende que el poco grado de avance en esta área tiene que ver con el costo general de la implementación; primordialmente por el costo de los equipos de obtención de parámetros eléctricos, los costos de armar una red de comunicaciones privada, y los costos de implementación de un sistema de gestión.

Si bien se han realizado avances, las implementaciones no llegan a niveles significativos dentro de parques de cámaras aéreas, a nivel o subterráneas; además existen varias empresas de distribución, cooperativas o centro de distribución de barrios privados que aún no han explotado este tipo de herramientas. Los datos relevados de la red MT en muy pocos casos alimentan a los sistemas o módulos de “ayuda” para la operación y/o planificación de redes.

Sumado a esto, hay una tendencia del sector para ir hacia la generación distribuida y la construcción de redes inteligentes, lo cual permitirá mejorar la conservación del medio ambiente al utilizar fuentes de energía renovables, y sumar recursos al suministro de energía en periodos de gran demanda.

Existe entonces una oportunidad para introducir a nivel regional una solución sobre la base de un sistema de gestión de redes de energía, que permita realizar la toma de los estados y las distintas mediciones necesarias para alimentar al sistema; y que pueda adaptarse a la realidad de las distribuidoras en cuanto a costos totales de implementación y características de la red (urbana y rural).

## **10. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.**

**10.1 PUBLICACIONES.** *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se haya hecho explícita mención de su calidad de Becario de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada ya que no será tomada en consideración. A cada trabajo asignarle un número e indicar el nombre de los autores, en el mismo orden en que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, lugar donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde. En cada trabajo que el becario presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación. Asimismo, en cada caso deberá indicar si el trabajo se encuentra depositado en el repositorio institucional CIC-Digital.*

- Fiaschetti, L. Antunez, M. Rubiales, A. Risso, M. y Boroni G. (2016). Una arquitectura de software para el desarrollo de un sistema de gestión de redes de distribución de energía eléctrica. SII 2016, 5º Simposio Argentino de Informática Industrial. CABA. ISSN: 2451-7542, pp. 25-36. (No se encuentra en repositorio CIC Digital).
- Antunez, M. Fiaschetti, L. Risso, M. y Boroni G. Rubiales, A. (2016). Incorporación del estándar CIM en sistemas de gestión de energía. SII 2016, 5º Simposio Argentino de Informática Industrial. CABA. ISSN: 2451-7542, pp. 49-60. (No se encuentra en repositorio CIC Digital).

**10.2 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 Becario 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 aparecen 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 becario 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.*

-

**10.3 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 ha sido enviado. Adjuntar copia de los manuscritos.*

Monitoring and controlling energy distribution: Implementation of a distribution management system based on Common Information Model - International Journal of Electrical Power & Energy Systems, ISSN 0142-0615.

Resumen: La gestión de los recursos renovables energéticos y distribuidos está cambiando la forma en que se operan los sistemas de distribución eléctrica. Muchas compañías suelen crear varias soluciones personalizadas para administrar la distribución de energía. Las funciones que proporcionan estas herramientas son la visualización de la red, la estimación del estado, el control o la adquisición de datos del sistema, entre otros. A pesar de la relevancia que tienen estas aplicaciones, muchas

empresas de distribución de tamaño mediano o pequeño tienen problemas para instalar una de estas soluciones porque son muy caras, no compatibles entre sí o limitadas por dificultades en el intercambio de datos. Para proponer una posible solución a este problema, en este artículo se presenta el desarrollo de un Sistema de Gestión de Distribución (DMS) basado en la tecnología de código abierto. Este sistema combina OpenDSS-framework, ActiveMQ-broker, aplicaciones para visualizar y editar red eléctrica y CIM (Common Information Model) como un modelo intermedio para mejorar la interoperabilidad y el intercambio de información.

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

-

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

-

**10.6 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.*

-

## **11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:**

### **11.1 DOCENCIA**

-

### **11.2 DIVULGACIÓN**

-

### **11.3 OTROS**

-

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

**12. 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. III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología. La Plata 2016. Documento de conferencia: "Tenergía - Uso racional y eficiente de la energía". Autor Leandro Fiaschetti.
2. Participación 45° JAIIO. CABA. Simposio Argentino de Informatica Industrial.
3. Participación en Campus Party 2016, TecnoPolis, Vicente Lopez, Buenos Aires, Argentina.

**13. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc, y si se realizó algún entrenamiento.*

-

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

-

**15. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.**

-

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

**17. 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.*

- Participación en Proyectos de extensión de carácter I+D:
- Tipo de actividad de I+D: Desarrollo experimental o tecnológico.
- Tipo de proyecto: FITS 2013 Energía - Uso racional y eficiente de la energía (UREE). ANPCyT - FONARSEC
- Denominación: Proyecto de extensión de Facultad "Tenergía - Soluciones tecnológicas aplicadas a la distribución en redes eléctricas" - RCA N° 270/16
- Resumen: Sistemas DMS (Distribution Management System) compuesto de dispositivos, software e ingeniería de comunicación, aplicado al monitoreo y control de las redes de distribución a nivel de subred MT. Esto requerirá: construir modelos, algoritmos y herramientas de cálculo para el análisis de funcionamiento, teniendo en cuenta la generación distribuida de la carga y el comportamiento estacional de la demanda; construir nuevos dispositivos de bajo costo para la adquisición de datos en tiempo real vinculados al voltaje, intensidad y potencias de las líneas de tensión.

**18. DESCRIPCION DEL AVANCE EN LA CARRERA DE DOCTORADO.**

*Debe indicarse los logros alcanzados en la carrera de Doctorado en relación a los requisitos particulares de la misma (cursos, seminarios, trabajos de campo, etc), así como el porcentaje estimado de avance en la tesis.*

Cursos:

- Simulación de sistemas continuos: Duracion 60 horas (4 Créditos).
- Informatica Industrial: Duracion 60 horas (4 Créditos).
- Optimización Numérica: Duracion 60 horas (4 Créditos).
- Fundamentos de navegación autónoma de robots. Duracion 60 horas (4 Créditos).

Por último, en función de los avances presentados, los cursos realizados, y las tareas por desarrollar, se puede presuponer que el avance de la tesis es de aproximadamente un 30%.

**19. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.** *Deberán indicarse claramente las acciones a desarrollar.*

• Título:

Desarrollo de un sistema de gestión de distribución de energía, que incorpore el procesamiento de eventos complejos vinculados a la detección y ubicación de fallas.

• Objetivo General:

Para el próximo período se propone continuar con las actividades de investigación en el área de energía eléctrica, principalmente en las vinculadas con las redes de distribución y energías renovables; avanzar con los proyectos asociados que se están llevando a cabo dentro del grupo de trabajo al que pertenezco; y seguir realizando los cursos de especialización y posgrado necesario para el cumplimiento de los requisitos del doctorado en curso.

• Objetivos Particulares:

1- Analizar la forma de introducir los aspectos dinámicos de la generación distribuida al modelo CIM. Implementar un algoritmo que permita traducir desde el modelo CIM a scripts de entrada del software OpenDSS. De esta manera realizar un sistema integral llamado Distribution Management System (DMS) soportando diferentes aplicaciones tales como vistas georreferenciadas de la red y algoritmos de análisis de datos. Paralelamente se realizarán estudios numéricos que permitan validar el esquema propuesto, utilizando, en principio datos simulados como entrada y luego se espera poder acceder a datos provenientes de una fuente real.

2- Analizar y de ser necesario mejorar las implementaciones desarrolladas, la cual permitirá ampliar el tipo de pruebas a realizar e incorporar nuevas herramientas de análisis actualmente en desarrollo dentro del grupo de trabajo, como por ejemplo estimación de estados en sistemas distribuidos, base de datos distribuidas, seguridad y disponibilidad, entre otros.

3- Comenzar a analizar y estudiar un tema de gran interés en lo referido a la distribución de energía y detección de fallas. Concretamente se estudiarán técnicas para distribuir medidores de manera eficiente en un grid de distribución, considerando minimizar el accuracy/error de la detección de fallas.

4- Desarrollar las actividades programadas en los proyectos I+D y de extensión mencionados.

5- Publicar y comunicar los resultados obtenidos en las distintas actividades como trabajos de investigación en revistas afines.

• Tareas o actividades a realizar para alcanzar el/los objetivos particulares propuestos:

La aplicación de fuentes de generación de energía distribuida implica considerar distintas configuraciones, coordinación de la generación, pronóstico de generación, características y propiedades del dispositivo, entre otros; todo esto afecta la dinámica de comportamiento de la red de distribución en cuanto a la estabilidad de tensión, las inversiones de flujo y coordinación de protecciones. A su vez, todas estas consideraciones agregan complejidad en la operación, con lo cual los usuarios operadores necesitan sí o sí de herramientas de asistencia a la toma de decisiones en tiempo real. En este sentido, se continuará con las tareas relacionadas con el desarrollo del DMS, haciendo hincapié en la inserción de todos los dispositivos correspondientes a la generación distribuida en el modelo CIM junto con sus configuraciones, como por ejemplo la evolución de la generación de los paneles fotovoltaicos en el tiempo. Esto, en primer lugar, nos permitirá modelar cualquier configuración de red para posteriormente realizar los análisis sobre la misma. Una vez modeladas todas las características, el siguiente paso será realizar el algoritmo correspondiente para generar scripts de entrada al software OpenDSS con el objetivo de realizar flujos dinámicos de un modelo de red. Este software nos permitirá obtener aspectos técnicos de la generación distribuida a ser introducidos dentro del DMS, a través de los cuales podremos dar soporte a la toma de decisiones.

En cuanto al tema detección de fallas, en la primera etapa habrá un análisis del estado del arte, principalmente en lo referido a métodos de clasificación y ubicación de fallas, métodos aplicados para la ubicación de “detectores” de fallas, y métodos de optimización que consideren más de una función objetivo y soluciones heurísticas. El principal interés es generar una solución que permita obtener la mejor detección y ubicación considerando grandes volúmenes de datos y redes anilladas. Finalizada esta etapa se continuará con la implementación de las posibles soluciones, lo cual hará posible sacar métricas de interés sobre casos de estudio característicos de la IEEE (considerando distintos tamaños y configuraciones de la red).

Respecto a los proyectos I+D y de extensión mencionados anteriormente, se continuará con las actividades programadas en cada uno de ellos. Las áreas que abarcan son: uso racional y eficiente de la energía y generación distribuida. Es importante mencionar que en algunos de los proyectos se cuenta con financiamiento externo, e involucran a profesionales e investigadores del sector. En temas específicos los trabajos que se realicen permitirán obtener resultados que serán comunicados en congresos y publicados en revistas afines.

• Recursos Asignados al Plan:

Los recursos asignados corresponden a los estipendios recibidos como sueldo del CIC, y de los recursos obtenidos dentro del grupo bajo los distintos programas de financiamiento, como por ejemplo FITS 2013 UREE-10 FONARSEC – ANPCyT y PIT-AP-BA 23/16 CICPBA.

- **Indicadores de evaluación esperados:**

Los ciclos de charlas y seminarios realizados en el instituto Pladema, permite que los distintos investigadores expongan sus trabajos y generen la participación de los colegas. Dicha actividad semanal se ha convertido en una reunión auspiciosa y de sumo interés para los nuevos integrantes. Dicha participación y colaboración activa ha permitido mejorar tanto la evaluación personal como grupal. Por último, quiero mencionar que resulta sumamente alentador continuar desarrollando las líneas de trabajo iniciadas y propuestas, cuando las mismas son compartidas por investigadores y jóvenes profesionales, y a su vez pueden ser aplicadas en el ámbito social y productivo.

.....  
Firma del Director

.....  
Firma del Becario

---

### **Condiciones de 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 Becario, la que deberá incluir:

- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
- b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
- c. Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

---

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