



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA


## SECRETARÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### CONSEJO DE INVESTIGACIÓN

#### PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO 2016

Formulario para la presentación de Proyectos de Investigación y Desarrollo

#### I. Identificación del proyecto

1. Nombre del Proyecto: Versión de prueba - Convocatoria de Proyectos I +D 2016.
2. Duración del Proyecto: 01/01/16 al 31/12/19      3. Código de Carga: 17-3102015-112  
Código SECYT:
4. Financiamiento: SECyT-UNCA
5. Participa en Programa: No
6. Director: CORONEL, Rolando Edgardo - L.E. 6965001 - Avda. Presidente Castillo 1272 VILLA DOLORES
7. Co Director: SECO, Ariel Anibal - D.N.I. 22043794 - Rivadavia 456 null 

#### 8. Unidad:

Unidad Académica: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Unidad Ejecutora: CÁTEDRA DE QUIMICA ANALITICA

Box N° 22

Localización del Proyecto: CAPITAL - CATAMARCA

Universidad Nacional de Catamarca

Latitud: -28.460084733120105

Longitud -65.78310282988741

9. Línea Prioritaria: 7- La investigación en las ciencias básicas y sociales. Innovaciones y aplicaciones.

Sector Prioritario:  Salud Humana

#### 10. Características:

Área temática: Quí-mica, Bioquí-mica y Farmacia

Disciplina Científica: 900 - QUIMICA

Campo de Aplicación: 903 - Química analítica

Objetivo Socioeconómico: CONTROL Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

#### 11. Categoría:

Proyecto de Iniciación

#### 12. Tipo de

Investigación Básica

#### II. Resumen del Proyecto

Nombre del Proyecto: Versión de prueba - Convocatoria de Proyectos I +D 2016.

RESUMEN:

**DOCUMENTO NO VALIDO - VISTA PREVIA**

La crisis energética producida en el país, e inclusive en el mundo, ha surgido principalmente debido a la falta de inversiones en infraestructura y a la escasez de los combustibles fósiles. Esta crisis, junto al problema de la contaminación ambiental, genera la necesidad de investigar energías alternativas, en especial aquellas que puedan ser renovables y no contaminantes. El tipo de energía a emplear depende en primera medida de la zona geográfica y de sus recursos existentes, siendo su rendimiento afectado fuertemente por los factores climáticos. En el centro y norte del país toma relevancia la energía solar, dentro de la cual se encuentra la Energía Solar Fotovoltaica.

En los trabajos del estado del arte se puede observar que en su mayoría se trata con sistemas autónomos y/o de baja potencia, pero no se generaliza la problemática ni se han publicado avances importantes a nivel de centrales fotovoltaicas de potencia, las cuales presentan una mayor complejidad y todos los problemas agregados citados anteriormente. En este proyecto se propone investigar la optimización de centrales de gran potencia, lo que permitiría realizar una contribución mucho más importante en materia energética, teniendo en cuenta los elevados valores actuales de consumo de una ciudad y el agotamiento de combustibles fósiles.

El objetivo general es desarrollar algoritmos inteligentes para modelar, diseñar y optimizar el rendimiento de centrales fotovoltaicas de mediana y alta potencia, en tiempo real contemplando las variaciones de carga, los cambios climáticos que afectan el rendimiento de los paneles individuales, para encontrar los esquemas de configuración de planta con mayor eficiencia energética.

Los métodos que se emplearán son en general provenientes de la estadística y la inteligencia computacional. En particular, serán de uso común técnicas de selección de variables y selección de modelos. También se emplearán métodos de identificación de sistemas para el modelado de las diferentes etapas. La optimización se llevará a cabo principalmente mediante técnicas evolutivas pero también se combinarán con otras técnicas de optimización tanto clásicas como bioinspiradas.

Se obtendrán esquemas de diseño de planta con mayor eficiencia energética incluyendo las configuraciones posibles de los módulos y los inversores. Además, se sentarán las bases para la implantación de los sistemas inteligentes propuestos en centrales fotovoltaicas no simuladas

Palabras Claves: modelado,simulación,optimización,energía fotovoltaica,inteligencia computacional

Project title: Modeling and Optimisation of Photovoltaic Systems

#### SUMMARY:

The energy crisis, produced in the country and even around the world, has arisen mainly due to the lack of investment in infrastructure and shortage of fossil fuels. This crisis, together with the problem of environmental pollution, makes alternative energies necessary to be investigated, especially those which can be renewable and nonpolluting. The type of energy used mostly depends on the geographical area and its resources, because its performance is strongly affected by climatic factors. In central and northern of the country, the solar energy becomes relevant, in which the photovoltaic solar energy is.

The-state-of-the-art photovoltaic systems shows that mostly deals with the autonomous systems and/or low power, but the problem is not widespread. Important advances have not been published at the level of photovoltaic centrals, which present a greater complexity and a number of additional problems. The project aim is to investigate the optimisation of large power centrals. This would allow a much more important contribution in the energy generation area because of the high present value of consumption of a city and the depletion of fossil fuels.

The general objective is to develop intelligent algorithms for modeling, designing and optimising the performance of photovoltaic centrals of medium and high power. It is considered the load variations and the climatic changes that affect the performance of individual modules to find plant schemes configuration with higher energy efficiency.

It will be generally used methods from statistics and computational intelligence in particular, variable and model selection techniques. The system identification methods will be used to model the different stages. The optimisation will be either carried out primarily by evolutionary techniques combined other classic and bio-inspired techniques.

Plant design schemes will be obtained with major energetic efficiency including the possible configurations of the modules and the inverters. Besides, the bases will be setup to the installation of the intelligent systems proposed for the non simulated photovoltaic centrals.

Keywords: modeling, optimisation, photovoltaic energy, computational intelligence, simulation

### III. Formulación General del Proyecto

#### ANTECEDENTES

Un sistema fotovoltaico se compone básicamente de un arreglo de paneles fotovoltaicos que generan energía en tensión continua. Estos paneles alimentan un convertidor a corriente continua (DC) que eleva dicha tensión a valores aprovechables por cargas de DC y/o sirve de entrada a un inversor u ondulator que la transforma en corriente alterna (AC) para permitir la utilización de cargas que requieran ese tipo de alimentación [1]. Como componente opcional, se encuentra un acumulador que cumple la función de proveer energía cuando el panel fotovoltaico no la genera por falta de radiación solar. Estos acumuladores pueden utilizarse en sistemas autónomos de poca potencia, pero en sistemas que manejan mayores potencias y están conectados a la red, resulta inviable disponer de un banco de baterías para su almacenamiento.

En el caso de una central de gran potencia, que resulte realmente útil para el consumo de una ciudad, no sólo se deben entregar tensiones trifásicas sincronizadas en tensión, frecuencia y fase con la red, sino que la cantidad y dimensiones de sus componentes se ve multiplicada [2]. La problemática a nivel de centrales fotovoltaicas se presenta en varios aspectos. En primer lugar, cada panel fotovoltaico presenta el gran problema de que tiene un bajo rendimiento, y una generación con alta dependencia de factores climáticos como temperatura, humedad, radiación solar, etc. [3]. Además cada uno de los inversores tiene un rendimiento que puede disminuir de acuerdo a la potencia recibida de los paneles y a las cargas que alimenta, por lo que un pequeño cambio en las condiciones de irradiación (tal como el paso de una nube) afecta en gran medida la producción de la planta [4]. En este sentido, el rendimiento global se ve afectado principalmente porque los sistemas actuales no contemplan cómo, cuánto ni cuáles paneles en todo el arreglo son perjudicados por ese cambio (como es el caso de sombreados heterogéneos).

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso de un convertidor DC, el cual sirve de entrada a un inversor conectado a la red. Se han utilizado técnicas de lógica difusa para ofrecer mejoras en la modulación PWM de convertidores fotovoltaicos [20] y para decidir la conveniencia de funcionar aislado o con conexión a red del sistema fotovoltaico según la generación y carga requerida [21]. Los algoritmos genéticos fueron empleados en el entrenamiento de redes neuronales para el diseño de un software para el dimensionado de un sistema solar fotovoltaico aislado [22]. Específicamente en la aplicación de redes neuronales también se pueden encontrar algunas publicaciones recientes. Por ejemplo, en [23] se modelan paneles solares mediante redes neuronales entrenadas con datos experimentales, obteniéndose de esa forma sus curvas características sin resolver sistemas de ecuaciones implícitas no lineales. También se han utilizado redes neuronales junto con lógica fuzzy para el modelado de los componentes de un sistema fotovoltaico aislado [24]. Mientras que en [25, 26] se realiza la estimación de la energía generada por paneles fotovoltaicos a partir de parámetros climáticos mediante el uso de redes

neuronales. En cuanto a implementaciones, se han empleado FPGA para la emulación en tiempo real de las diferentes etapas de un sistema fotovoltaico, implementando un modelo basado en perceptrones multicapas [27].

## OBJETIVO

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso

## RELEVANCIA DEL PROBLEMA

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes

neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso

## RESULTADOS PRELIMINARES Y APORTES DEL GRUPO AL ESTUDIO DEL PROBLEMA

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso

## METODOLOGÍA, DISEÑO EXPERIMENTAL Y MÉTODOS

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo

lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso

## PLAN Y CRONOGRAMA DE TRABAJO

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de

tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo. En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo. En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso.

#### JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO

La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo



lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales. Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso. La gran cantidad de paneles e inversores que conforman una central fotovoltaica de este tipo aumentan notoriamente la complejidad del sistema. Además, para optimizar el rendimiento se requiere de un sistema capaz de adaptarse online a las continuas variaciones tanto de los factores climáticos como de las cargas alimentadas, sin descuidar al mismo tiempo cuestiones tales como la sincronización con la red trifásica de tensiones, frecuencias y fases generadas [5]. Las investigaciones para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos se han basado principalmente en el estudio de diferentes materiales semiconductores, tipos de inversores, técnicas de conmutación de inversores, sistemas de tipo lógico binario, algunos en técnicas clásicas del control de tiempo continuo y discreto y en procesamiento de señales.

Principalmente a partir de la década del 90 surge la inteligencia computacional como una nueva rama de la inteligencia artificial. Dentro de la inteligencia computacional se consideran principalmente las redes neuronales [6], la lógica borrosa [7] y los algoritmos genéticos [8], aunque más recientemente se han incorporado al área otras técnicas [9]. Estas técnicas han dado lugar a una gran cantidad de aplicaciones en muy diversas ramas de la ciencia y la tecnología, como por ejemplo en el reconocimiento de patrones [10, 11], diseño de circuitos electrónicos [12], control [13], economía [14], procesamiento del habla [15], medicina [16], telecomunicaciones [17], genética [18] entre otras. Más recientemente han comenzado a publicarse trabajos en los que se aplican diferentes técnicas de inteligencia computacional para la optimización, control, dimensionado, predicción de rendimiento, modelado del efecto de los factores climáticos y otras tareas relacionadas con los sistemas fotovoltaicos, tanto individuales como en su configuración de arreglo.

En [19] se propone un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia mediante el control difuso

#### IV. Datos personales del Personal Afectado al Proyecto

Apellido y Nombre	CUIL	Rol	Categoría	Dedicación Semanal	Firma
CORONEL Rolando Edgardo	20-06965001-6	Integrante	Categorización 1998. Resol SPU nº 36 Y 46 - Categoría: 2 Categorización 2005 - Categoría: 1	10	
SECO Ariel Anibal	23-22043794-9	Director	Categorización 2010 - Categoría: 2	20	
CARMA María Inés	27-14058787-2	Integrante	Categorización 2005 - Categoría: 3 Categorización V Continuación dela Conv. - Categoría: 5	10	
MEDINA Sergio	20-14324753-9	Co-Director	Categorización 1998. Resol SPU nº 36 Y 46 - Categoría: 4 Categorización 2005 - Categoría: null	15	
MORLÁNS María Cristina	27-05882820-9	Integrante	Categorización 2010 - Categoría: 2 Categorización 1998. Resol SPU nº 36 Y 46 - Categoría: 2	10	

Apellido y Nombre	CUIL	Rol	Categoría	Dedicación Semanal	Firma
-------------------	------	-----	-----------	--------------------	-------

## V. Plan de Ejecución Financiera.

1. Plan de ejecución financiera para los dos y/o cuatro años.

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Totales
Bienes de Capital	\$ 7.000,00	\$ 11.000,00	\$ 4.500,00	\$ 5.000,00	<b>\$ 27.500,00</b>
Bienes de Consumo	\$ 500,00	\$ 400,00	\$ 4.500,00	\$ 4.000,00	<b>\$ 9.400,00</b>
Gastos de Viaje	\$ 200,00	\$ 100,00	\$ 1.000,00	\$ 3.000,00	<b>\$ 4.300,00</b>
Servicios No Personales	\$ 4.300,00	\$ 500,00	\$ 2.000,00	\$ 0,00	<b>\$ 6.800,00</b>
<b>Totales</b>	<b>\$ 12.000,00</b>	<b>\$ 12.000,00</b>	<b>\$ 12.000,00</b>	<b>\$ 12.000,00</b>	<b>\$ 48.000,00</b>

2. Plan de ejecución financiera detallado

BIENES DE CAPITAL AÑO 1	
Gasto	Monto
Impresora Epson X380	\$ 1.500,00
Pc Amdx 380	\$ 5.500,00

Total Bienes de Capital Año 1: \$ 7000,00

BIENES DE CONSUMO AÑO 1	
Gasto	Monto
Tonner	\$ 500,00

Total Bienes de Consumo Año 1: \$ 500,00

GASTOS DE VIAJE AÑO 1	
Gasto	Monto
Embalse Pirquitas	\$ 200,00

Total Gastos de Viaje Año 1: \$ 200,00

SERVICIOS NO PERSONALES AÑO 1	
Gasto	Monto
Alquiler caballos	\$ 2.000,00
Alquiler Bote	\$ 2.000,00
Alquiler Elementos	\$ 300,00

Total Servicios no Personales Año 1: \$ 4300,00

**Total Año 1: \$ 12000,00**

BIENES DE CAPITAL AÑO 2	
Gasto	Monto
Aire Acondicionado	\$ 7.500,00
Escritorio	\$ 3.500,00

Total Bienes de Capital Año 2: \$ 11000

BIENES DE CONSUMO AÑO 2	
Gasto	Monto
Resma A4	\$ 300,00
Resma A6	\$ 100,00

Total Bienes de Consumo Año 2: \$ 400,00

GASTOS DE VIAJE AÑO 2	
Gasto	Monto
Campaña	\$ 100,00

Total Gastos de Viaje Año 2: \$ 100,00

SERVICIOS NO PERSONALES AÑO 2	
Gasto	Monto
Alquiler Canoa	\$ 500,00

Total Servicios no Personales Año 2: \$ 500,00

**Total Año 2: \$ 12000,00**

BIENES DE CAPITAL AÑO 3	
Gasto	Monto
Armario	\$ 4.500,00

Total Bienes de Capital Año 3: \$ 4500,00

BIENES DE CONSUMO AÑO 3	
Gasto	Monto
Rollo Fotografía	\$ 4.500,00

Total Bienes de Consumo Año 3: \$ 4500,00

GASTOS DE VIAJE AÑO 3	
Gasto	Monto
Catamarca - Buenos Aires	\$ 500,00
Buenos Aires -Catamarca	\$ 500,00

Total Gastos de Viaje Año 3: \$ 1000,00

SERVICIOS NO PERSONALES AÑO 3	
Gasto	Monto
Alquiler camioneta	\$ 2.000,00

Total Servicios no Personales Año 3: \$ 2000,00

**Total Año 3: \$ 12000,00**

BIENES DE CAPITAL AÑO 4	
Gasto	Monto
Fotocopiadora	\$ 5.000,00

Total Bienes de Capital Año 4: \$ 5000,00

BIENES DE CONSUMO AÑO 4	
Gasto	Monto
Resma A4	\$ 2.000,00
Resma A6	\$ 2.000,00

Total Bienes de Consumo Año 4: \$ 4000,00

GASTOS DE VIAJE AÑO 4	
Gasto	Monto
Congreso Rio de Janeiro	\$ 3.000,00

Total Gastos de Viaje Año 4: \$ 3000,00

SERVICIOS NO PERSONALES AÑO 4	
Gasto	Monto
No solicito	\$ 0,00

Total Servicios no Personales Año 4: \$ 0,00

**Total Año 4: \$ 12000,00**

**Total Proyecto: \$ 48000,00**

3. Recursos provistos por otras Instituciones para el Proyecto.

Año	Nombre y Apellido	Entidad Subsidio	Monto
2014	Seco Ariel	Provenientes de la ANPCyT (FONCYT y FONTAR)	\$ 400.000,00

**VI. Programa de capacitación y formación de recursos humanos.**



**VII. Declaración Jurada - Convocatoria SECyT – UNCa 2016.**

Por la presente me responsabilizo de la exactitud de la información suministrada y declaro conocer y aceptar los términos de la convocatoria, la constitución de instancia de seguimiento de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, la evaluación académica por Jueces externos e institucional por parte del Consejo de Investigación y toda otra reglamentación sobre Investigación de la Universidad Nacional de Catamarca. La aprobación del proyecto no compromete a la Universidad Nacional de Catamarca a financiar el mismo, en caso de hacerlo, podrá discontinuarlo o suspenderlo por razones presupuestarias, reglamentarias, administrativas y/o por decisión fundada de las autoridades

-----  
Lugar y Fecha

-----  
Firma del Director

**VIII. Aval Institucional, Convocatoria - SECyT – UNCa 2016.**

Por la presente, en conocimiento de los términos de la convocatoria para Proyectos de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Catamarca, y del contenido del presente proyecto cuyo nombre es:

Versión de prueba - Convocatoria de Proyectos I +D 2016.

Otorgo el Aval Institucional para su desarrollo bajo la Dirección de:

**CORONEL Rolando Edgardo**



Lugar:

Fecha:

-----  
Firma y sello del Decano