

## PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA FORMACIÓN DE DOCENTES-INVESTIGADORES

**Nombre del programa de posgrado:** Doctorado en Ingeniería Electrónica – Énfasis Electrónica de Potencia

**Categorización PRONII:** Nivel candidato

**Nombre de la Institución:** Facultad de Ingeniería - UNA

**Vinculación a Proyectos I+D:**

- Análisis, diseño e implementación de nuevos sistemas de compensación basados en filtros activos para la mejora de la calidad de la potencia eléctrica
- Diseño e implementación de un prototipo convertidor multi-modular de potencia escalable para aplicaciones en energías renovables

**Nombre del beneficiario:** Julio Cesar Pacher Vega

**Vinculación docencia, tutoría o centro de investigación:** Laboratorio de Sistemas de Potencia y Control - FIUNA

**Publicaciones realizadas durante el programa:**

- *Current control based on space vector modulation applied to three-phase H-Bridge STATCOM.*
- *Experimental Validation of the DSTATCOM based on SiC-MOSFET Multilevel Converter for Reactive Power Compensation*
- *Multi-modular scalable DC-AC power converter for current injection to the grid based on predictive voltage control*
- *Analysis of H-Bridge STATCOM with Fault Phase Controlled by Modulated Predictive Current Control.*
- *Modulated Predictive Current Control Technique for a Three-Phase Four-Wire Active Power Filter based on H-bridge Two-Level Converter*

**Título de tesis:**

CONVERTIDORES MULTINIVELES EN APLICACIONES DE FILTROS ACTIVOS PARA LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS

El presente trabajo se enfoca en el análisis teórico y diseño para su posterior validación experimental de un sistema convertidor de potencia multinivel orientado a aplicaciones de Filtros Activos de Potencia (APF) y convertidores de voltaje multinivel. Primeramente se brinda una descripción de los principales tipos de APFs de acuerdo a diferentes criterios de clasificación, como ser sus configuraciones de interconexión, tipo de convertidores de potencia implementados y tecnología utilizada, resaltando las ventajas y limitaciones que presentan cada una de ellas. Más adelante se detallan las principales estrategias de control aplicados a los APF así como de las estrategias de modulación que complementan a las técnicas de control. Seguidamente, se realizaron análisis mediante simulaciones utilizando el entorno Matlab/Simulink, con los cuales se realizaron análisis teóricos de los modelos matemáticos del sistema APF paralelo, para diferentes estrategias de control, como ser la estrategia basada en el marco de referencia síncrono (SRF), control basado en la teoría de potencia instantánea (IRPT), con los cuales se realizaron un análisis comparativo de la eficiencia de cada enfoque de control para la compensación de la potencia reactiva y la reducción de los niveles de armónicos de corriente. Una vez validado los modelos matemáticos mediante las simulaciones, se procedió al diseño de la bancada experimental y su posterior validación experimental teniendo como enfoque principal la cuantificación del rendimiento de los circuitos de control y adquisición de señales. Finalmente se procedió a la obtención de los resultados experimentales para la validación final del diseño propuesto para el APF multinivel, los cuales consisten en la medición del THD y la determinación compensación de la potencia reactiva, obteniéndose resultados satisfactorios del mismo.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral se enfoca en el diseño e implementación de un APF trifásico multinivel basado en celdas Puentes-H en cascada.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Validar mediante simulaciones el esquema APF multinivel.
- Diseñar el hardware requerido para la implementación del APF multinivel.
- Validar de forma experimental el diseño del APF multinivel mediante la técnica de control propuesta.

## APORTES DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño y montaje de una bancada experimental para un APF multinivel basada en tecnología moderna de semiconductores que posibilita la investigación de variadas topologías y algoritmos de control moderno orientados a la calidad de la energía y la eficiencia energética.

Diseño y montaje de una bancada experimental para un convertidor de potencia multimodular para aplicaciones de energías renovables.



## ACTIVIDADES REALIZADAS

Participación de proyectos de I+D referentes a temas relacionados al estudio de los convertidores de potencia multiniveles.

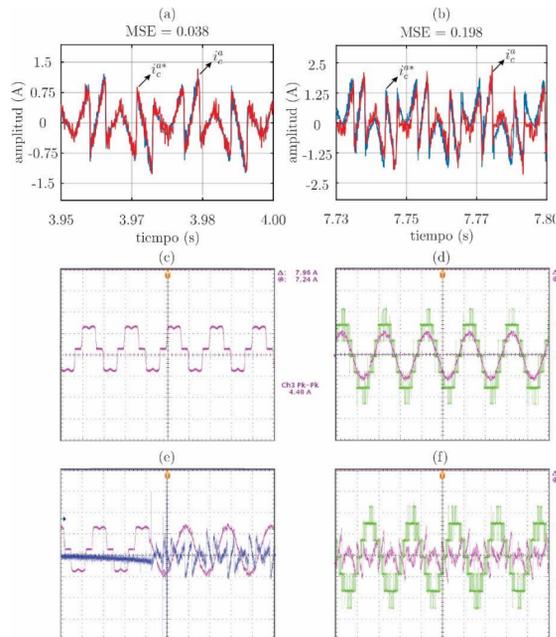
Participación de proyectos de I+D referentes a temas relacionados al estudio del mejoramiento de la calidad de la energía y la eficiencia energética

Actividades de docencia, así como tutorías de grado y postgrado.

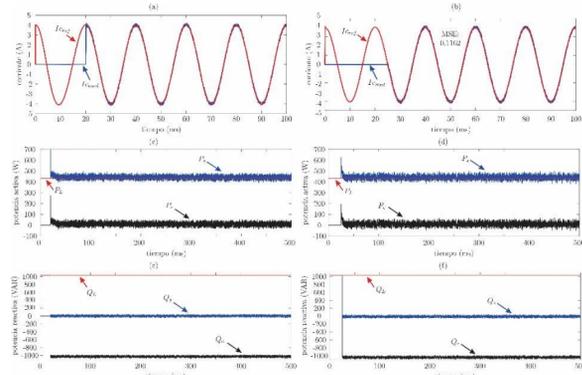
Participación en conferencias

## RESULTADOS OBTENIDOS

a) Eliminación de armónicos de corrientes



b) Compensación de energía reactiva



## CONCLUSIÓN

Entre las principales conclusiones se pueden resaltar:

- Se utilizó tres celdas Puentes-H completo por fase, dispuestas en cascada a fin de conseguir una configuración de 7-niveles. La plataforma experimental ha sido diseñada a fin de operar a una frecuencia máxima de conmutación de los SiC-MOSFET de 50kHz.
- Se procedió a realizar la validación teórica utilizando herramientas de simulación y síntesis (MatLab/Simulink). El estudio teórico derivó en la implementación de dos técnicas de control basadas en la estrategia de control predictivo.
- En términos del análisis experimental enfocado a la compensación de armónicos en corriente, se pudo verificar que el esquema propuesto reduce considerablemente los niveles de armónicos en corriente producido por una carga no lineal trifásica.
- En lo que respecta al análisis del sistema en términos de compensación de potencia reactiva producida por una carga reactiva, se pudo verificar que luego de la implementación del algoritmo de control propuesto, basado en el marco de referencia estacionario se pudo conseguir un factor de potencia cercano a 0.98.

## VISIÓN Y PLANES FUTUROS

Seguir investigando en el área de la ingeniería aplicada, sumando esfuerzos de esta manera al crecimiento académico de las instituciones educativas del país mediante el ejercicio la docencia desde un enfoque científico – investigativo.

**“Este programa de posgrado fue cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT con recursos del FEEI”**