



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

**ES COPIA**  
CUALQUIER TIPO DE COPIA  
DE ESTE DOCUMENTO  
ES ILÍCITA

SAN LUIS, 29 JUN 2015

**VISTO:**

El Expediente EXP-USL: 5269/2015 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: **ELECTRÓNICA DE POTENCIA PARA EL CONTROL DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS**; y

**CONSIDERANDO:**

Que el mencionado Curso se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias del 14 de agosto al 4 de diciembre de 2015, con un crédito horario de 80 horas presenciales y bajo la coordinación del Ing. Guillermo Luciano **MAGALDI**.

Que la Comisión Asesora de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 16 de junio de 2015, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 23/09.

Que corresponde su protocolización:

Por ello y en uso de sus atribuciones

**EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°.-** Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: **ELECTRÓNICA DE POTENCIA PARA EL CONTROL DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS**, en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias del 14 de agosto al 4 de diciembre de 2015, con un crédito horario de 80 horas presenciales.

**ARTÍCULO 2°.-** Protocolizar el cuerpo docente constituido por: Responsable: Dr. Federico Martín **SERRA** (DNI N° 28.489.435), Corresponsable: Dr. Guillermo Ricardo **CATUOGNO** (DNI N° 28.489.581) ambos de esta Casa de Altos Estudios.

Cpde RESOLUCION R N° **1031**

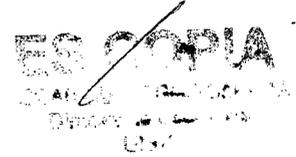
Dr. Félix D. Mero Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

Dra. Alicia Marchesla Pirritista  
Secretaría de Posgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"



**ARTÍCULO 3°.-** Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al ANEXO de la presente disposición.-

**ARTÍCULO 4°.-** Comuníquese, insértese en el Libro de Resoluciones, publíquese en el Digesto Electrónico de la UNSL y archívese.-

**RESOLUCIÓN R N°**  
**may**

**1031**

Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaria de Posgrado  
U.N.S.L.

Dr. Félix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"



## ANEXO

**DENOMINACIÓN DEL CURSO: ELECTRÓNICA DE POTENCIA PARA EL CONTROL DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS**

**UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE:** Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias

**CATEGORIZACIÓN:** Perfeccionamiento

**RESPONSABLE:** Dr. Federico Martín SERRA

**CORRESPONSABLE:** Dr. Guillermo Ricardo CATUOGNO

**COORDINADOR:** Ing. Guillermo Luciano MAGALDI

**CRÉDITO HORARIO:** 80 horas

**MODALIDAD DE DICTADO:** Presencial

**FECHA DE DICTADO DEL CURSO:** 14 de agosto al 4 de diciembre de 2015

**FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS APROBADOS:** 22 de diciembre de 2015

**DESTINATARIOS:** Egresados con título de grado universitario en Ingeniería, relacionados con las aplicaciones de electrónica de potencia, control de máquinas y control en general, y en disciplinas afines a la temática del curso.

**LUGAR DE DICTADO:** FICA – Campus Universitario – Ruta 148 Extremo Norte – Villa Mercedes – San Luis

**CUPO:** 20 personas.

**FUNDAMENTACIÓN:** El curso de posgrado: "Electrónica de Potencia para el Control de Accionamientos Eléctricos" surge de la necesidad de formar y capacitar ingenieros (estudiantes de posgrado y docentes) en convertidores de potencia utilizados para controlar el flujo de energía en diferentes configuraciones, en particular aquellas que involucren accionamientos eléctricos.

### OBJETIVOS:

El objetivo de este curso es brindar las herramientas necesarias para el análisis de circuitos de electrónica de potencia y el control de accionamientos eléctricos. Para ello se estudiarán en detalle los convertidores de potencia involucrados, esquemas de modulación y circuitos de disparo y protección. Se hará especial énfasis en el análisis de las diferentes topologías y estrategias de control utilizadas en accionamientos eléctricos específicos como lo son las máquinas de corriente continua y las máquinas de corriente alterna de inducción y de imanes permanentes.

  
Dr. Felix D. Nisso Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

  
Dra. Alicia Marcata PirriLista  
Secretaría de Posgrado  
U.N.S.L.

Cpde RESOLUCIÓN R N°

1031



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado



Los módulos teóricos serán apoyados por ejercicios prácticos, de simulación y de laboratorio. Los ensayos experimentales se realizarán sobre prototipos existentes en el Laboratorio de Control Automático (LCA) de la FICA-UNSL.

En la evolución del curso se pretende que el alumno adquiera destreza en el diseño de convertidores de potencia y de estrategias de control para la implementación de accionamientos eléctricos en general.

El curso se desarrollará en el marco del Programa de Posgrado de la FICA-UNSL.

Es por este motivo que se solicita, debido a las características del curso (cantidad y calidad de información) y carga horaria (80 hs), sea asignado el valor de 4 (cuatro) créditos para este curso.

### CONTENIDOS MÍNIMOS:

Conceptos de convertidores de potencia y dispositivos semiconductores. Rectificadores. Convertidores DC-DC. Convertidores DC-AC. Esquemas de Modulación Especial. Aplicaciones en accionamientos eléctricos. Circuitos de disparo y Snubbers.

### PROGRAMA:

#### UNIDAD I

Introducción:

1. Definición de electrónica de potencia.
2. Electrónica de potencia vs electrónica lineal.
3. Aplicaciones de la electrónica de potencia.
4. Convertidores de potencia.
5. Naturaleza interdisciplinaria de la electrónica de potencia.
6. Clasificación de los dispositivos semiconductores de potencia: diodos, tiristores llaves controlables.
7. Tipos de llaves controlables: BJT, MOSFET, IGBT, GTO, IGCT.
8. Comparación de llaves controlables.

#### UNIDAD II

Rectificadores:

1. Conceptos básicos de rectificadores.
2. Puente rectificador monofásico.
3. Efectos de la inductancia de red.
4. Parámetros de calidad.
5. Distorsión de tensión.
6. Efectos de rectificadores monofásicos sobre la corriente de neutro en sistemas trifásicos de cuatro hilos.
7. Puente rectificador trifásico.
8. Efectos de la inductancia de red en sistemas trifásicos.
9. Distorsión de corriente de línea.
10. Comparación entre rectificadores monofásicos y trifásicos.
11. Principio de operación del convertidor controlado por fase.
12. Circuitos de disparo para tiristores.
13. Semiconvertidor monofásico.

  
Dr. Fernando Quintero  
Rector  
U.N.S.L.

  
Dra. Alicia Marcha Priništa  
Secretaría de Posgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"



14. Convertidor monofásico completo.
15. Semiconvertidor trifásico.
16. Convertidor trifásico completo.
17. Efectos de la inductancia de red.

### UNIDAD III

Convertidores DC-DC:

1. Convertidor DC-DC reductor (*Buck*).
2. Convertidor DC-DC elevador (*Boost*).
3. Convertidor DC-DC reductor-elevador (*Buck-Boost*).
4. Convertidor DC-DC *Cúk*.
5. Convertidor DC-DC puente completo (*Full Bridge*).
6. Comparación de convertidores DC-DC.
7. Objetivo de la aislación en convertidores DC-DC.
8. Transformadores de alta frecuencia.
9. Modelo del transformador de alta frecuencia.
10. Convertidor *Forward*.
11. Convertidor *Flyback*.
12. Convertidor *Cúk* aislado.
13. Convertidor *Push-Pull*.
14. Convertidor puente completo aislado.
15. Convertidor semi-puente aislado.
16. Comparación entre las topologías *Push-Pull*, puente completo aislado y
17. Semi-puente aislado.
18. Modelos en el espacio de estado de convertidores DC-DC.
19. Ejemplo de diseño de control para convertidores DC-DC.

### UNIDAD IV

Convertidores DC-AC:

1. Objetivos de los convertidores DC-AC.
2. Inversores fuente de tensión y fuente de corriente.
3. Modulación sinusoidal por ancho de pulso (PWM-Sinusoidal).
4. Sobremodulación y modulación de onda cuadrada.
5. Inversores monofásicos.
6. Inversores trifásicos.
7. Efecto del tiempo muerto.
8. Marcos de referencia.
9. Modelo en el espacio de estado de un inversor trifásico.

### UNIDAD V

Esquemas de modulación especial:

1. Esquemas de modulación especial para inversores trifásicos.
2. Modulación Seno -Triángulo.
3. Modulación Seno -Triángulo con inyección de tercer armónico.
4. Modulación Delta o por histéresis.
5. Modulación con inyección de armónicos.

Dr. Félix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

Dña. Alicia Marcela Pirri  
Secretaría de Posgrado  
U.N.S.L.

Cpde RESOLUCIÓN R N°

1031



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado



6. Modulación Vectorial.
7. Modulaciones en sistemas de cuatro hilos.

#### UNIDAD VI

Aplicaciones de accionamientos eléctricos I

1. Introducción a las máquinas eléctricas rotativas.
2. Modelado de máquinas de CC.
3. Control de velocidad y posición de máquinas de CC.
4. Modelado de máquinas de inducción.
5. Control escalar de máquinas de Inducción.
6. Control vectorial directo e indirecto de máquinas de Inducción.
7. Debilitamiento de campo en máquinas de inducción.

#### UNIDAD VII

Aplicaciones de accionamientos eléctricos II:

1. Introducción a las máquinas de imanes permanentes.
2. Modelado de máquinas de imanes permanentes.
3. Control clásico de máquinas Brushless.
4. Control vectorial de máquinas de imanes permanentes.
5. Minimización del ripple de par.
6. Control de máquinas de reluctancia.

#### UNIDAD VIII

Circuitos de disparo y snubbers:

1. Circuitos de disparo para convertidores de potencia.
2. Implementación de circuitos de disparo.
3. Tecnologías actuales.
4. Función y tipo de circuitos snubbers
5. Snubber para diodos
6. Snubber para transistores

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN:

La asistencia deberá ser como mínimo del 80%, a las clases teóricas y prácticas.

Los alumnos deberán realizar la totalidad de los trabajos prácticos que incluyen la resolución de las guías de ejercicios, la implementación de simulaciones en computadoras digitales y las prácticas de laboratorio.

La evaluación final consistirá en la realización de un trabajo individual por parte del alumno, sobre un tema a designar, que incluirá revisión bibliográfica especializada, modelización, simulación y validación experimental. Dicho trabajo será evaluado con una calificación entre 0 (cero) y 10 (diez). La calificación, para la aprobación del trabajo final, deberá ser igual o superior a 7 (siete).

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Power Electronics: Converters, Applications and Design - Mohan, Undeland, Robbins. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2003.
- Power electronics handbook - Muhammad H. Rashid. Second Edition. Elsevier. 2007.

Cpde RESOLUCIÓN R N°

1031

Dr. Fabio Alberto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

Dra. Alicia Marcela Pirinista  
Secretaria de Postgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2015 - Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"



- Voltage-Sourced Converters in Power Systems: Modeling, Control and Applications Yazdani, Iravani. IEEE Press. 2010.
- Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends - Bimal K. Bose. Elsevier. 2006.
- Pulse Width Modulation for Power Converters: Principles and Practice -Holmes, Lipo. IEEE Press. 2003.
- Switch Mode Power Converters: Design and Analisis - Keng Wu. Elsevier. 2006.
- Electric Motor Drives: Modeling, Analysis and Control - R. Krishnan. Prentice Hall. 2001.
- Analysis of Electric Machinery and Drive Systems - Krause, Wasynczuk, Sudhoff. Second Edition. IEEE Press, John Wiley & Sons, Inc. 2002.
- Modeling and High Performance Control of Electric Machines - Chiasson. Wiley & Sons, 2005.
- Electric machine dynamics - Boldea, Nasar. Macmillan, 2006.
- Modern Power Electronics and AC Drives - Bimal K. Bose. Prentice Hall, 1986.
- Fundamentals of Power Electronics - Erikson, Maksimovic. Second Edition. Electronic Services. 1999.
- Power Electronics and Variable Frequency Drives: Technology and Applications. Bimal K. Bose. IEEE Press. 1997.

**ARANCEL:** \$800 (pesos ochocientos).

— Docentes y Estudiantes de Posgrado de la UNSL y UNRC: Gratuito.

**COSTOS Y FUENTE DE FINANCIAMIENTO:** Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros (PEFI).

Cpde RESOLUCIÓN R N° **1031**  
mav

Dra. Alicia Marcela Prizista  
Secretaria de Posgrado  
U.N.S.L.

Dr. Felix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.