

---

**Formulario de Aprobación Curso de Posgrado**

**Asignatura: Convertidores para sistemas de energía renovable**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

---

**Profesor de la asignatura** <sup>1</sup>: Dr. Martin Ordonez, Assistant Professor, Department of Electrical and Computer Engineering, University of British Columbia  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local** <sup>1</sup>: Dr. Gabriel Eirea, Profesor Agregado, Instituto de Ingeniería Eléctrica  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Otros docentes de la Facultad:**  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**  
(título, nombre, cargo, Institución, país)

**Instituto ó Unidad:** Instituto de Ingeniería Eléctrica  
**Departamento ó Area:** Sistemas y Control

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

---

**Fecha de inicio y finalización:** Viernes 7 de agosto de 2015  
**Horario y Salón:** 11 a 13 y 14 a 18hs, Laboratorio de Software del IIE

**Horas Presenciales:** 8  
(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos:** 2  
(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem metodología de la enseñanza)

**Público objetivo y Cupos:** Profesionales, estudiantes avanzados de Ingeniería Eléctrica y estudiantes de posgrado en Ingeniería Eléctrica o áreas asociadas, interesados en profundizar en tópicos avanzados de electrónica de potencia aplicada a la integración de generadores de energía renovable a los sistemas eléctricos. El curso será dictado en español.  
(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** Este curso tiene como objetivo introducir a los estudiantes en tecnologías modernas de electrónica de potencia aplicada a la integración de generadores de energía renovable a los sistemas eléctricos. Al finalizar el curso, se espera que el estudiante conozca en profundidad el funcionamiento de los convertidores resonantes más utilizados en la actualidad para el almacenamiento de energía en baterías, los algoritmos de seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT), y algoritmos de control de convertidores basados en superficies de conmutación.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Conocimientos básicos de electrónica de potencia y control.

**Conocimientos previos recomendados:** Familiaridad con sistemas de generación de energía renovable solar y eólica, y su integración a la red eléctrica.

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 6
- Horas clase (práctico): 0
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 1
- Horas evaluación: 1
- Subtotal horas presenciales: 8
- Horas estudio: 6
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 0
- Horas proyecto final/monografía: 20
- Total de horas de dedicación del estudiante: 34

---

**Forma de evaluación:** Para la aprobación del curso, los estudiantes deberán seleccionar junto con los docentes un artículo académico de publicación reciente relacionado con los temas abordados en el curso, estudiarlo y presentarlo oralmente frente a un tribunal y sus compañeros, en fecha a coordinar.

---

**Temario:**

- 1) Almacenamiento de energía: Cargadores de batería de alta eficiencia (2 horas)
  - Introducción a convertidores resonantes serie
  - Convertidor resonante LLC para carga de baterías
  - Convertidores resonantes de mayor orden para carga de baterías
- 2) Energía Solar y Eólica (2 horas)
  - Principio de seguimiento del punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracking, MPPT)
  - Algoritmos MPPT avanzados
  - Extensión de bus con convertidores multinivel
- 3) Control de convertidores de alta performance (2 horas)
  - Introducción al modo deslizante (Sliding Mode)
  - Control utilizando la superficie de conmutación natural (Natural Switching Surface)

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

Almacenamiento de energía: Cargadores de batería de alta eficiencia:

1. M. K. Kazimierczuk and D. Czarkowski, Resonant power converters, John Wiley and Sons, NY, 1995.
2. R. W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, 2nd ed., Colorado: Kluwer Academic, 2001.
3. H. Choi and FPS Application Group, Half-bridge LLC resonant converter design using FSFR-series Fairchild power switch, Fairchild semiconductor corporation, Rev. 1.0.0 10/9/07, 2007.

4. F. Musavi, M. Craciun, D. Gautam, W. Eberle, and W. Dunford, "An LLC resonant DC-DC converter for wide output voltage range battery charging applications," *IEEE Transaction on Power Electronics*, vol. 28, no. 12, pp. 5437-5445, Dec. 2013.
5. N. Shafiei, M. Ordonez, M. Craciun, C. Botting, and M. Edington, "Burst mode elimination in high power LLC resonant battery charger for electric vehicles," *IEEE Transaction on Power Electronics*, IEEE Early Access.
6. N. Shafiei, and M. Ordonez, "Improving the regulation range of EV battery chargers with L3C2 resonant converters," *IEEE Transaction on Power Electronics*, vol. 28, no. 1, pp. 85-100, Jun. 2015.
7. Trojan Battery Company, Deep-Cycle AGM type Batteries, [www.trojanbattery.com](http://www.trojanbattery.com)  
<http://www.trojanbattery.com/>

#### Energía Solar y Eólica:

1. Ksiazek, P.F.; Zurbriggen, I.G.; Paz, F.; Galvez, J.M.; Ordonez, M., "Reverse control of solar power converters for modular telecommunications UPS," *Telecommunications Energy Conference (INTELEC), 2014 IEEE 36th International*, vol., no., pp.1,5, Sept. 28 2014-Oct. 2 2014
2. Paz, F.; Ordonez, M., "Zero Oscillation and Irradiance Slope Tracking for Photovoltaic MPPT," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol.61, no.11, pp.6138,6147, Nov. 2014
3. F. Paz, and M. Ordonez, "Fast and Efficient Solar Incremental Conductance MPPT Using Lock-In Amplifier," in *Proc. IEEE Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG)*, Aachen, Germany, Jun. 2015.
4. Serban, E.; Ordonez, M.; Pondiche, C., "DC-bus Voltage Range Extension in 1500V Photovoltaic Inverters," *Emerging and Selected Topics in Power Electronics, IEEE Journal of*, vol.PP, no.99, pp.1,1
5. Fraunhofer Institute for solar energy systems ISE, "Photovoltaics report," *Tech. Rep.*, Oct. 2014. [Online]. Available: [www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/photovoltaics-report-in-englischer-sprache.pdf](http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/photovoltaics-report-in-englischer-sprache.pdf)
6. B. I. Gatan masson, Sinead Orlandi, "Global market outlook 2015-2019," *SolarPower Europ, Tech. Rep.*, 2015.
7. Christiana Honsberg, and Stuart Bowden. (2015, Jul. 15th). *PV Education* [Online]. Available:<http://www.pveducation.org/>

#### Control de convertidores de alta performance:

1. Robert W. Erickson and Dragan Maksimovic, *Fundamentals of Power Electronics*, 2nd ed. 2001: Springer.
2. P. T. Krein *Nonlinear Phenomena in Power Electronics: Attractors, Bifurcation, Chaos, and Nonlinear Control*, 2001 :IEEE Press
3. G. Spiazzi and P. Mattavelli T. Skvarenina *The Power Electronics Handbook*, 2002 :CRC
4. M. Ordonez, M. T. Iqbal, and J. E. Quaicoe, "Selection of a curved switching surface for buck converters," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 21, no. 4, pp. 1148-1153, Jul. 2006
5. M. Ordonez, J. E. Quaicoe, and M. T. Iqbal, "Advanced boundary control of inverters using the natural switching surface: Normalized geometrical derivation," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 23, no. 6, pp. 2915-2930, Nov. 2008



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

---