



GENERACIÓN DE ENERGÍA Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE ALIMENTACIÓN

Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

I. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

- Doctorado en Ingeniería. Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica
- Área Temática: Generación distribuida y/o Eficiencia Energética
- Generación de energía y sistemas electrónicos de alimentación
Energy generation and electronic power supplies systems
- Intensidad de horas semana: 12
- Créditos: 4
- Características:

II. Justificación

El uso masivo de la energía eléctrica como herramienta de transporte y consumo de diferentes formas de energía y recientemente de energías alternativas y sostenibles ha redundado en la búsqueda de esquemas de generación, transporte y rectificación más eficientes con parámetros de calidad cada vez más exigentes.

Desde la perspectiva de generación de energía eléctrica a partir de fuentes cuya disponibilidad o cantidad es bastante heterogénea se requieren sistemas cuya complejidad ha ido aumentando, soportada por sistemas electrónicos de conversión y estrategias de control cada vez más robustas, sistemas de modulación PWM u otros esquemas conmutados cuyo objetivo, además del esperado de generación e integración del recurso energético primario, también es el de regulación de tensiones y corrientes con componentes de armónicos controladas, factores de potencia aceptables y máxima transferencia de potencia. Esta complejidad puede aceptarse por la reducción de costos y beneficios que se obtienen, gracias al desarrollo de nuevos dispositivos y utilización de materiales que maximizan la eficiencia en el proceso de conversión e integración de las diferentes fuentes de energía.

Además de esto la integración de fuentes de energía con comportamientos altamente aleatorios e impredecibles han requerido del uso de sistemas de almacenamiento de energía que puedan dar soporte a los periodos de poca generación o que permitan el uso eficiente de la energía en periodos de alta disponibilidad.



Esta asignatura se enfoca en el análisis de diferentes fuentes de generación y almacenamiento de energía y su integración a la red eléctrica convencional o a las micro-redes basadas en recursos energéticos distribuidos. Todo esto haciendo énfasis en los principios básicos de operación de las fuentes de generación y sus requerimientos tecnológicos basados en convertidores electrónicos de potencia para una adecuada integración.

Académicamente, el estudio de los sistemas de alimentación electrónicos permite desarrollar un campo de investigación cuyas posibilidades de desarrollo son bastante amplias y promisorias, con retos y objetivos amplios, cuyas soluciones permitirán suplir necesidades cada vez mayores de suministro de energía en base a recursos energéticos distribuidos y en condiciones de calidad y sostenibilidad.

III. Propósito del Curso

OBJETIVO GENERAL:

Análisis y diseño de sistemas electrónicos de procesamiento eficiente de energía que permitan la integración de recursos energéticos heterogéneos y distribuidos buscando una mejora del suministro de energía eléctrica en condiciones de calidad y sostenibilidad.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

Análisis de tendencias actuales de sistemas de alimentación, diseño de aplicaciones en circuitos electrónicos de alta sensibilidad.

Abordar la complejidad de los sistemas de generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales y renovables, generadores eólicos, paneles solares, celdas de combustible, pequeñas centrales hidroeléctricas, etc. haciendo énfasis en las restricciones que imponen las fuentes sobre el conversor electrónico de potencia y las técnicas de control de convertidores más usuales.

Doctorado
en Ingeniería

<http://doctoradoingenieria.udistrital.edu.co>

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

SYLLABUS

Página 3 de 12



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Evaluar los requerimientos y condiciones para la integración de recursos energéticos de características heterogéneas a sistemas eléctricos interconectados y aislados.



IV. Competencias a Lograr

Se espera desarrollar en el estudiante las siguientes competencias:

Cognitivas. Diseñar y evaluar sistemas de generación y alimentación conmutada en cuanto a calidad de tensión y/o corriente, distorsión armónica y eficiencia.

Investigativas. Plantear y resolver problemas reales enfocados al diseño, dimensionamiento e integración de recursos energéticos a redes eléctricas. Interpretación de datos experimentales y valoración de resultados. Empleo de técnicas de simulación enfocadas al diseño de controladores y convertidores electrónicos que permitan la integración de recursos energéticos. Desarrollo de estrategias para la integración de recursos energéticos heterogéneos bajo diferentes condiciones de operación.

Laborales. Establecer metodologías claras para la resolución de problemas enfocados a los sistemas de generación y alimentación. Desarrollar habilidades en cuanto al aprendizaje autónomo, planificación y organización del trabajo (individual y en equipo), y expresión oral y escrita.

V. Descripción Analítica de Contenidos: Temas y Subtemas



Recursos energéticos

- Energía Solar Fotovoltaica.
 - Radiación Solar
 - Proceso de conversión Fotovoltaico
 - Modelos y características de Generación Fotovoltaica
 - Paneles y generadores fotovoltaicos.
- Energía Eólica.
 - Recurso eólico.
 - Aerogenerador
 - Tecnologías de aerogeneradores.
 - Modelos de máquinas de inducción
- Sistemas de Almacenamiento de Energía.
 - Introducción a tecnologías de almacenamiento.
 - Tecnologías de almacenamiento electroquímico.
 - Características de carga y descarga.

Integración de Recursos Energéticos.

- Diseño y Dimensionamiento
 - Balance energético
- Requerimientos y tecnologías de conversión de energía.
 - Convertidores e inversores.
- Técnicas de modelado y control de convertidores.
 - Transformación de Park y Clarke.
 - Control del convertidor de lado de red.
 - Formadores de Red.
 - Seguidores de Red.

Operación en sistemas aislados y conectados a Red.

- Operación en sistemas conectados a Red
- Operación en sistemas aislados.
 - Bajo un solo maestro.
 - Bajo múltiples maestros.



Metodología Pedagógica y Didáctica:

La metodología para adelantar el curso es presencial e incluye los siguientes soportes pedagógicos:

- Clase magistral: Exposición de contenidos por parte del profesor, complementada con lecturas previas, sobre artículos científicos de interés.
- Talleres: Como soporte y complemento a la clase magistral, se desarrollarán una serie de talleres prácticos (simulación y medición) con el fin de familiarizar al estudiante con conceptos relacionados con la reducción de armónicos de tensión y/o corriente de convertidores.
- Proyecto semestral: Con el fin de fomentar y evaluar la capacidad de análisis, diseño y validación a nivel de simulación, de un problema real.

Tipo de Curso	Horas			Horas profesor/semana	Horas Estudiante/semana	Total Horas Estudiante/semestre	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 16 semanas	
Presencial	3	1	8	4	12	192	4

Trabajo Presencial Directo (TD): trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

Trabajo Mediado Cooperativo (TC): Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

Trabajo Autónomo (TA): Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.)



VII. Recursos

Las sesiones teóricas serán desarrolladas a través de exposiciones de los temas buscando los medios audiovisuales más apropiados para permitir la aprehensión de demostraciones y conceptos presentados. Adicionalmente dichas sesiones serán complementadas con mesas de discusión sobre lecturas, de artículos recomendados previamente para que los estudiantes cuenten con la información que permita debatir y argumentar.

Los talleres se desarrollarán en salas de informática que cuenten con programas de análisis y simulación especializados como: MatLab, Orcad-Pspice y PSIM, entre otros. Así como salas de laboratorio con bancos de trabajo dotados con osciloscopio, fuentes de alimentación, generador de funciones, analizador de redes, y equipo necesario para medición e implementación de sistemas básicos.

Locativos:

Salones de clase del doctorado con capacidad de 20 estudiantes,
Salas de cómputo con capacidad para 25 estudiantes

Tecnológicos :

Software especializado: Licencia Total Academic Headcount (TAH) de MATLAB, Orcad-Pspice y PSIM.

Didácticos:

Laboratorios Leybold Didactic GMBH

VIII. Criterios de Seguimiento y Evaluación



El curso se desarrolla en un esquema de asimilación progresivo, en el que se van revisando los temas de recursos energéticos de manera secuencial, mientras en paralelo se van teniendo en cuenta los requerimientos de la integración de los recursos. Para, finalmente integrarlos en sistemas conectados o aislados a red.

El contenido del programa se propone a desarrollar en 16 semanas académicas organizadas como se muestra en la tabla.

PROGRAMA ANALÍTICO	SEMANAS ACADÉMICAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cap. 1 Recursos energéticos																
1.1 Energía Solar																
1.2 Energía eólica																
1.3 Sistemas de Almacenamiento de Energía																
Cap. 2 Integración de Recursos Energéticos																
2.1 Diseño y Dimensionamiento																
2.2 Requerimientos y tecnologías de conversión de energía																
2.3 Técnicas de modelado y control de convertidores																
2.4 Cargas no lineales																
Cap. 3 Operación en sistemas aislados y conectados a Red																
3.1 Operación en sistemas conectados a Red																
3.2 Operación en sistemas aislados.																

EVALUACION

Se proponen los siguientes porcentajes de acuerdo al trabajo a realizar durante el curso

Talleres y seminarios	20%
Proyecto semestral.	50%
Examen final.	30%
Total evaluación	100%

	TIPO DE EVALUACIÓN	PORCENTAJE
PRIMERA NOTA	Talleres. Dichos talleres se realizarán durante todo el curso y están orientados a la medición y corrección de armónicos, apoyados en programas de simulación y validados a través de medidas experimentales de rectificadores.	20%
SEGUNDA NOTA	Al inicio de la asignatura se le asignará a cada estudiante el enunciado de un trabajo orientado hacia el diseño y simulación de un sistema de generación a partir de sistemas renovables. Dicho trabajo debe incluir selección de componentes	50%



	eléctricos y electrónicos, modelado del convertidor y diseño de lazos de control.	
EXAMEN FINAL	Defensa oral, tipo ponencia, del proyecto semestral desarrollado durante el curso.	30%

IX. Bibliografías



TEXTOS GUÍAS

- [1] Teodorescu, Liserre, Rodriguez, Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems, John Wiley & Sons, 2011.
- [2] Keyhani, Desing of Smart Power Grid Renewable Energy Systems, John Wiley & Sons, 2011.
- [3] Arrillaga J. Armónicos en sistemas de potencia. U. de Cantabria, 1994
- [4] B. Bose. "Modern Power Electronics and AC Drives". Prentice Hall, 2002.
- [5] Bühler, Hansruedi, Electronica Industrial: Electrónica regulación y control. Ed. Gustavo Gili, 1986
- [6] Dewar, S. Analysis and control of supply harmonic currents in electronic equipments, ERA Technology Ltd, 1992
- [7] Erickson, R. W. Macsimovic, D. "Fundamentals of power electronics (2nd edition)". Kluwer Academic Publishers 2001.

TEXTOS COMPLEMENTARIOS

- [1] R. P. Severns, G. E. Bloom. "Modern DC to DC switch mode power converter circuits". Van Nostrand Reinhold 1985.
- [2] N. Mohan. "Advanced electric drives: analysis, control and modeling using Simulink". Minneapolis: Mnpere, 2001.
- [3] K. Billings. "Switchmode power supply handbook". McGraw-Hill 1989.
- [4] D. Hart. "Electrónica de Potencia". Prentice Hall, 1997.
- [5] M. Rashid. "Electrónica de Potencia - Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones". Prentice Hall, 1995.
- [6] M. Rashid. "Power Electronics Handbook". Academic Press, 2001.

REVISTAS

- IEEE Transactions on Power Electronics.
- IEEE Transactions on Industrial Electronics.
- IEEE Transactions on Power Delivery.
- IEEE Transactions on Energy Conversion.
- ELSEVIER. Applied Energy.
- ELSEVIER. Renewable and Sustainable Energy Reviews.



<http://www.irf.com/>
<http://www.fairchildsemi.com/>
<http://www.ixys.com/>
<http://www.advancedpower.com/>
<http://www.semikron.com/>
http://www.meau.com/eprise/main/sites/public/About_Us/-Home
<http://www.onsemi.com/>
<http://www.fujisemi.com>
<http://www.ti.com/>
<http://www.freescale.com/>
<http://www.microchip.com/>
<http://www.lemusa.com/>
<http://www.t-yuden.com/>
<http://www.epcos.com/>
<http://www.elna-america.com/>
<http://www.ferroxcube.com/>
<http://www.cornell-dubilier.com>
<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp>
<http://www.micrometals.com/>
<http://www.coilcraft.com/>
<http://www.powersimtech.com/>

X. Profesores de la Asignatura

Titular Nelson Leonardo Díaz Aldana
Participantes curriculares
Johan Alexander Hernández Mora
Javier Antonio Guacaneme Moreno
César Leonardo Trujillo Rodríguez

XI. Requisitos de Calidad

1. Evaluación del desempeño docente
2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.



3. Autoevaluación:

Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.

Versión 2

Fecha de modificación 2014

Última modificación: *Febrero 2019*