

NOMBRE ASIGNATURA / COURSE TITLE		
<b>INGENIANDO UN SISTEMA ELÉCTRICO</b>		
Departamento	Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática industrial	Coordinador/a de la asignatura
		Jaime Rodríguez/ Rosa M <sup>a</sup> de Castro
Unidad Docente	Máquinas Eléctricas, Electrotecnia y Estadística	Número de plazas ofertadas
		24
Profesores con vinculación permanente dispuestos a impartirla		
<b>U.D. Máquinas Eléctricas (6,5 ECTS)</b>	<b>U.D. Electrotecnia (2,5 ECTS)</b>	<b>U.D. Estadística (1,5 ECTS)</b>
Jaime Rodríguez	Rosa María de Castro	Carolina García
Carlos Veganzones	Sergio Martínez	Eduardo Caro
Francisco Blázquez	Araceli Hernández	Jesús Juan
Dionisio Ramírez	Mohamed Izzeddine	Camino González
Carlos Platero		M <sup>a</sup> Jesús Sanchez
Luis Fernández Beites		
Marcos Lafoz		
Se ha considerado que el módulo B, de 1,5 ECTS se computa para las tres unidades docentes que participan y se reparte de manera idéntica para todas ellas.		
<b>Objetivo general de la asignatura</b>		
Proporcionar un conocimiento desde un punto de vista práctico del diseño y operación de los diferentes subsistemas que forman parte de un sistema de energía eléctrica, ampliando la formación de los alumnos en el área de la generación de energía eléctrica con energías renovables y su integración en una red, almacenamiento de energía, eficiencia energética, modelos de predicción y mercado eléctrico y la optimización de la operación de la red.		
<b>Conocimientos que requiere el alumno</b>		
Los correspondientes a la asignatura de Máquinas Eléctricas del Plan de Estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales o del Grado en Ingeniería Química y es recomendable haber cursado Control de Máquinas Eléctricas y Sistemas de Energía Eléctrica I del Plan de Estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales especialidad de Ingeniería Eléctrica.		
<b>MÓDULO A</b>	<b>Desglose de actividades formativas y contenidos</b>	
Módulo A1  Lección magistral  (30 horas)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño de la tecnología de sistemas de generación regulados.</li> <li>2. Almacenamiento de energía.</li> <li>3. Diseño de la tecnología de accionamientos y su control.</li> <li>4. Integración de tecnologías de generación en una red.</li> <li>5. Operación de una microred.</li> <li>6. Operación de un mercado eléctrico.</li> <li>7. Exposición oral de los prototipos diseñados.</li> </ol>	
Módulo A2  Clases prácticas  (60 horas)	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Diseño de la tecnología de sistemas de generación regulados.</li> <li>9. Almacenamiento de energía.</li> <li>10. Diseño de la tecnología de accionamientos y su control.</li> <li>11. Integración de tecnologías de generación en una red.</li> <li>12. Operación de una microred.</li> <li>13. Operación de un mercado eléctrico.</li> <li>14. Competiciones entre grupos con los prototipos diseñados.</li> </ol>	

COMPETENCIAS A LAS QUE CONTRIBUYE (como mínimo las señaladas)	
X	(a) Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.
X	(b) Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos.
X	(c) Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.
X	(d) Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
X	(e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
X	(f) Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.
X	(g) Habilidad para comunicar eficazmente.
X	(h) Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.
X	(i) Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.
X	(j) Conocimiento de los temas contemporáneos.
X	(k) Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.
	(l) Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano).
X	(m) Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.
X	(n) Creatividad.
Actividades y metodología prevista para garantizar la adquisición de las competencias anteriores	
<p>Se propone hacer tres grupos entre todos los alumnos de la asignatura de forma que cada grupo ideará y diseñará, teniendo en cuenta restricciones de tipo técnico y económico, una microred compuesta por un generador de tipo renovable (FV, eólico, olas, hidráulico, etc) y su conexión a una red eléctrica trifásica y un accionamiento eléctrico formado por una bomba hidráulica, que se alimenta desde la red trifásica anterior y que bombea agua a un depósito situado a un nivel superior. Cada uno de los sistemas a desarrollar incluirá el sistema de adaptación de la energía (convertidor electrónico) con su sistema de control adecuado para finalmente poder ser integrarlo en la red. Cada una de estas etapas de diseño del sistema finalizará con una competición entre los grupos para comprobar el funcionamiento específico de cada uno de los diseños creados (generador y almacenamiento/consumo).</p> <p>En la siguiente etapa de desarrollo de la asignatura se propone un juego híbrido de simulación de mercados eléctricos. En este juego, cada uno de los tres grupos asume el papel de una empresa que integra los negocios de generación y comercialización de energía eléctrica y participa con dos agentes, un generador y un comercializador, en un mercado eléctrico competitivo. Además de estos seis participantes, hay un séptimo agente operador del sistema,</p>	

el profesor, cuya función es garantizar el correcto funcionamiento del mismo. Para ello, el operador del sistema cuenta con una reserva adicional de generación, implantada físicamente como una conexión a la red eléctrica externa de 50 Hz. El operador del mercado también es el profesor.

Para cada sesión, los agentes participan en un mercado principal. Una vez hecha la casación de oferta y demanda en este mercado, se procede a la operación física del sistema con los equipos desarrollados en una competición final. Una vez terminada la sesión, se procede a la liquidación de los bloques de energía efectivamente generada y consumida con un sistema de precios marginales, así como a la liquidación de los desvíos.

El objetivo del juego para cada empresa es obtener las máximas ganancias tras un número prefijado de sesiones. Para ello, las empresas integran los ingresos y los gastos de su agente generador y su agente comercializador.

A su vez, cada grupo de alumnos se dividirá en varios equipos de trabajo que abordarán distintos aspectos de un mismo trabajo a realizar de forma que se fomente el trabajo en equipos multidisciplinares promoviendo la habilidad de organización y planificación para obtener un prototipo viable.

Para fomentar la habilidad de comunicar eficazmente cada equipo debe informar al resto de equipos de su grupo de los avances realizados para integrar sus diseños en un único prototipo. Además, después de cada etapa o hito del proyecto los alumnos de cada grupo deben realizar una exposición oral de los prototipos desarrollados que se tendrá en cuenta en la evaluación de sus trabajos.

Las soluciones planteadas por los grupos no son únicas sino que, teniendo en cuenta las restricciones de tipo técnico planteadas y las limitaciones de tipo económico, existen distintas soluciones para cuyo alcance los alumnos deben fomentar la competencia de creatividad.

A continuación se muestra un detalle de las actividades a realizar y las competencias que se fomentan en su ejecución.

<b>Actividades por grupo de trabajo</b>		<b>Competencias</b>
<b>Equipo A</b>	<b>Equipo B</b>	
Idear y diseñar generador renovable.		a), b), c), d) e), j), k) y n)
	Idear y diseñar consumo (accionamiento hidráulico).	a), b), c), d) e), j), k) y n)
Realizar pruebas de campo del prototipo.	Realizar pruebas de campo del prototipo.	b) y e)
Exposición del trabajo realizado al otro equipo, indicando restricciones técnicas.	Exposición del trabajo realizado al otro equipo, indicando restricciones técnicas.	d) y g)
Exposición del grupo al profesor de los prototipos realizados.		d), g) y i)
Competición por equipos.		b), c), m)
Desarrollar herramienta de predicción para las ofertas de generación y consumo del agente generador y consumidor.		a), b), c), e), f), h), j), k) y n)
Realizar pruebas del funcionamiento de la microred en situación de mercado.		b), d) y e)
Competiciones por equipo para distintas reglas de funcionamiento del mercado eléctrico.		b), d), c), m)
Exposición final del trabajo realizado.		d), g) y i)

<b>Tipo de aulas en las que se impartirían las clases</b>
Las clases magistrales se impartirían en un aula proporcionada por la Escuela y las horas presenciales tendrían lugar en el laboratorio de Máquinas Eléctricas en el primer cuatrimestre y en el laboratorio de Electrotecnia en el segundo cuatrimestre.
<b>Financiación necesaria para la impartición de la asignatura, aportada por el Departamento</b>
<b>Experiencias anteriores y demanda habida en las mismas</b>
En el curso 2009/2010 el Departamento de Ingeniería Eléctrica organizó una competición internacional, de una semana de duración a tiempo completo, en la que participaron alumnos de distintas universidades europeas coordinadas por la asociación BEST. El objetivo de la iniciativa era diseñar un pequeño aerogenerador que proporcionara la alimentación necesaria para competir entre distintos equipos de alumnos con un vehículo eléctrico de escala reducida (Scalextric)
<b>Otras observaciones:</b>
Para el diseño de asignatura propuesto puede ser necesario no concentrar todas las lecciones magistrales en el primer cuatrimestre, sino distribuir las entre el primero y segundo cuatrimestre.  Dado que la mayor parte del trabajo personal del alumno lo debe realizar en equipo en el laboratorio y además supone la mayor parte de la carga lectiva del alumno, sería deseable contar con un espacio de laboratorio siempre disponible y que no esté sujeto a las restricciones de ocupación por parte de otras asignaturas propias de los laboratorios de Electrotecnia y Máquinas Eléctricas.