

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENERGÍA Y ELECTRÓNICA DE POTENCIA

SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

Mondragón, 19.04.2011
Fase de alegaciones

INDICE:

	Pág.
I. Datos de la solicitud	3
II. Justificación del título propuesto	5
III. Objetivos generales del título y las competencias que adquirirá el estudiante tras completar el periodo formativo	19
IV. Acceso y Admisión	26
V. Planificación de la enseñanza	31
VI. Justificación de adecuación de los recursos humanos disponibles	88
VII. Disponibilidad y adecuación de recursos materiales y servicios	92
VIII. Resultados previstos	99
IX. Garantía de calidad	101
X. Calendario de implantación de la titulación	102
ANEXO I. PROCEDIMIENTO PARA EL RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS A LOS LICENCIADOS E INGENIEROS QUE ACCEDAN AL MÁSTER	103
ANEXO II. TOMA DECISIONES SOBRE LA EXPERIENCIA LABORAL	116
ANEXO III. COMPROMISO DE FIRMA DE CONVENIO DE DOBLE DIPLOMA	131

I. Datos de la solicitud

Representante Legal de la universidad

Representante Legal			
RECTOR DE MONDRAGON UNIBERTSITATEA			
1º Apellido	2º Apellido	Nombre	N.I.F.
ZABALA	ITURRALDE	JESUS M ^º	15891793N

Responsable del título

DIRECTOR DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR			
1º Apellido	2º Apellido	Nombre	N.I.F.
ATXA	URIBE	VICENTE	15983176Q

Universidad Solicitante

Universidad Solicitante	Mondragón Unibertsitatea	C.I.F.	F20560991
Centro, Departamento o Instituto responsable del título	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		

Dirección a efectos de notificación

Correo electrónico	batxa@eps.mondragon.edu		
Dirección postal	C/ LORAMENDI, 4	Código postal	20500
Población	Arrasate/Mondragón	Provincia	GUIPUZCOA
FAX	943791536	Teléfono	943739697

Descripción del título

Denominación	MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENERGÍA Y ELECTRÓNICA DE POTENCIA	Ciclo	Máster
Centro/s donde se imparte el título			
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR			
Universidades participantes			Departamento
Convenio (archivo pdf: ver anexo)			
Tipo de enseñanza	Presencial	Rama de conocimiento	Ingeniería y Arquitectura
Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas			
en el primer año de implantación	24	en el segundo año de implantación	24

en el tercer año de implantación	24	en el cuarto año de implantación	24
Nº de ECTS del título	120	Nº Mínimo de ECTS de matrícula por el estudiante y período lectivo	20
Normas de permanencia (archivo pdf: ver anexo)			
Naturaleza de la institución que concede el título		Privada o de la Iglesia	
Naturaleza del centro Universitario en el que el titulado ha finalizado sus estudios			
Profesiones para las que capacita una vez obtenido el título			
Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo			
EUSKARA			
CASTELLANO			
INGLÉS			
FRANCÉS (EN EL CASO DE LOS ALUMNOS QUE CURSEN DOBLES DIPLOMAS)			

El representante legal de la Universidad,

D. Iosu Zabala Iturralde,

Rector de Mondragon Unibertsitatea

Mondragón, a 17 de enero de 2011

II. Justificación del título propuesto

Interés académico, científico o profesional del mismo

ANTECEDENTES

Coincidiendo con el reconocimiento y la puesta en marcha de la Universidad MONDRAGON UNIBERTSITATEA y de Centros que la integran, entre ellos esta Escuela Politécnica Superior, en el curso 1997-1998 se implantaron –en el ámbito de la electrónica- los dos títulos que se detallan a continuación:

- ✚ Ingeniería Técnica Industrial, especialidad de Electrónica Industrial
- ✚ Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (enseñanzas de sólo 2º ciclo).

La nueva ordenación universitaria surgida del RD 1393/2007 indujo a esta Universidad a sustituir las enseñanzas de Ingeniería Técnica Industrial en Electrónica Industrial por las enseñanzas de Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial. El plan de estudios de este grado se estructuró de la siguiente manera:

- ✚ 3 años de formación común
- ✚ un 4º año orientado a distintos itinerarios, en los que se incluyó una parte de la formación más generalista del referido título de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (asignaturas tales como: tratamiento digital de señal; electromagnetismo y electrónica de potencia; máquinas en régimen transitorio; electrónica industrial; y modelado, simulación y control de convertidores estáticos).

Ya en ese momento se visualiza que los graduados de ingeniería en electrónica industrial que deseen proseguir estudios de Máster podrán optar entre dos alternativas:

- ✚ cursar el Máster en Ingeniería Industrial, de corte generalista y con las atribuciones profesionales que la legislación vigente reconoce al Ingeniero Industrial; o
- ✚ cursar un máster de especialización.

El Máster universitario en energía y electrónica de potencia que se presenta en esta memoria responde a la segunda de las alternativas.

POR QUÉ EL MÁSTER EN ENERGÍA Y ELECTRÓNICA DE POTENCIA

El proceso de elaboración del Plan Estratégico 2009-2012 requería identificar el mapa de titulaciones (la oferta académica) de esta EPS a nivel de Máster. Para los ámbitos de la Electrónica, la Informática y las Telecomunicaciones se debatieron diferentes alternativas, entre ellas la de plantear tres másteres diferenciados que dieran continuidad a cada una de las titulaciones de Grado, por un lado; o bien concentrar los esfuerzos en másteres de especialización alineados con las líneas de investigación en las que esta Institución sea (o pueda llegar a ser) un referente, por otro.

Finalizado todo el proceso de debate y de identificación de los objetivos y retos estratégicos del cuatrienio indicado, entre los retos estratégicos del Plan se recogió el siguiente:

Reto	Estrategia
Investigación colaborativa de excelencia	Apostar por la energía eléctrica como campo de aplicación de la electrónica de potencia y los sistemas empotrados

La asunción, despliegue y desarrollo de este reto estratégico conllevó la adopción de otros acuerdos como es el de alinear la actividad docente del ámbito de los másteres con el diseño e implantación de sendos másteres relacionados, uno de ellos, con la electrónica de potencia y , otro, con los sistemas empotrados.

En las siguientes líneas y apartados de este capítulo trataremos de explicar de dónde surge la apuesta por este Máster universitario en energía y electrónica de potencia.

A) Necesidades identificadas por el Cluster de Energía.

El Cluster de Energía está formado por más de 80 socios, figurando como socio de honor el Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco. Los socios fundadores del cluster son: Alstom Hydro España S.L., ArcelorMittal Sestao, S.A.; BBK; Consorcio de Aguas; Elnor S.A.; Ente vasco de Energía; Guascor; Iberdrola; Idom Ingeniería y Consultoría S.A.; Ingeteam Corporación S.A.; Ormazabal; Petróleos del Norte, S.A. (PETRONOR); SENER Grupo de Ingeniería S.A.;

Este Cluster de Energía, a través de Prospektiker, realizó un estudio de la adecuación entre la oferta y demanda de profesionales y necesidades de formación en el sector de la energía. El resultado de este trabajo se recoge en el documento **Diagnóstico de la adecuación entre la oferta y demanda de profesionales y necesidades de formación en el sector de la energía (cluster de energía)**.

A lo largo del mismo y en concreto en el apartado titulado 'DETECCIÓN DE NECESIDADES DE FORMACIÓN', se identifican las necesidades de las empresas del sector, que podrían resumirse de la siguiente manera:

- ✚ Las empresas necesitan profesionales con elevado nivel de especialización (competencias técnicas) en determinadas áreas o especialidades, algunas de las cuales no están siendo cubiertas por las Universidades, como son:

- *Energías renovables*
- *Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (electroquímica y electromagnética) y térmica de sistemas*
- *Control de plantas energéticas – Sistemas de control de plantas renovables (solares, plantas de potencia)*
- *Energía eléctrica: transporte, subestaciones, distribución*
- *Electromagnetismo y electrotecnia*
- *Diseño, simulación y control de máquinas eléctricas (estáticas y dinámicas)*
- *Aplicación de sistemas de comunicación en cuadros eléctricos*
- *Convertidores electrónicos de potencia*

- ✚ Pero, además, deben estar provistos de otra serie de competencias transversales, entre las que prioriza (resultado de las encuestas realizadas a las empresas) las siguientes:

- *Capacidad de aprendizaje*
- *Comunicación*
- *Liderazgo*
- *Trabajo en equipo y capacidad de gestionar proyectos*
- *Profundización en las actitudes*

B) Necesidades identificadas por Asociación de Industrias de las Tecnologías Electrónicas y de la Información del País Vasco (GAIA), que en la actualidad aglutina a más de 200 empresas que ofrecen productos y servicios en el ámbito electrónico, informático y de telecomunicaciones; y que tiene como misión impulsar el desarrollo y el crecimiento del Sector Electrónico-Informático y de Telecomunicaciones, y favorecer la asimilación y utilización eficiente de las tecnologías del sector con el objetivo de colaborar en el desarrollo de la Sociedad de la Información y del Conocimiento.

Entre las acciones formativas priorizadas por GAIA en el subsector de la Electrónica, se encuentran subrayadas como prioritarias, las siguientes:

Subsector Electrónica

- *Electrónica de Potencia*
- *Sistema de Energía Renovables*
- *Domótica*
- *Energía solar térmica y fotovoltaica*

Y en un segundo lugar:

- *Montajes electrónicos*
- *Interpretación de esquemas eléctricos*
- *Electrónica digital*
- *Electrónica analítica*

- *Electrónica de mantenimiento*
- *Lenguajes de programación para equipos de testelectrónicos*

C) Existencia en la Escuela Politécnica Superior de diversas áreas de conocimiento desarrolladas en torno a la línea de investigación de Energía Eléctrica; línea de investigación por la que ya se había hecho previamente una apuesta decidida.

INTERÉS ACADÉMICO DEL TÍTULO

Desde el punto de vista académico, el Máster universitario en energía y electrónica de potencia se orienta a la formación de profesionales especializados en el estudio y análisis específico de aplicaciones de la electrónica de potencia (generación de energía, renovables, aplicaciones industriales, tracción, etc...); en el estudio y análisis específico de convertidores electrónicos de potencia (diseño, modelado, control y análisis); y en el estudio y análisis específico de máquinas eléctricas (diseño, modelado, control y análisis). Esta capacitación técnica se ha estructurado a través de las siguientes materias del plan de estudios:

Materias	Nº ECTS
Diseño, modelado y análisis de convertidores electrónicos de potencia	11
Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas	11
Tecnologías y principios avanzados de la energía eléctrica	13
Aplicaciones de tracción y accionamientos	13
Generación de la energía eléctrica mediante fuentes renovables	10
La red eléctrica	12
Prácticas de profesionalización	50
Técnicas instrumentales y numéricas	6
Fundamentos metodológicos de la investigación	39
Aplicaciones de tracción y accionamientos	5

Se trata de una formación alineada con las necesidades de las empresas y con la línea de investigación de energía eléctrica de esta Escuela Politécnica Superior.

INTERÉS CIENTÍFICO DEL TÍTULO

El máster que se presenta en esta Memoria contempla la inclusión de dos itinerarios: un itinerario de **especialización académica** y otro orientado a la **iniciación en tareas de investigación**. Las asignaturas que cursarán los alumnos en uno y otro itinerarios y las actividades formativas que realizarán para la adquisición de las competencias serán distintas, pero ambos itinerarios estarán soportados por una línea de investigación en creciente desarrollo; en la que la especialización académica ensanchará las áreas de investigación, y la investigación perfilará los ámbitos de especialización académica. A continuación se resumen las actividades desarrolladas por dicha línea en los últimos años.

Descripción de la línea de investigación ENERGÍA ELÉCTRICA

DENOMINACIÓN

Energía eléctrica (www.mondragon.edu/enele)

RETOS

El escenario actual de la energía necesita de la Electrónica de Potencia como una tecnología clave para su desarrollo, siendo sus principales retos:

- Sistemas de Generación de energía limpia, fiables y eficientes
- Redes de distribución eléctricas flexibles, que permiten la integración de energía proveniente de

fuentes renovables de manera óptima y evitando las interrupciones de suministro

- Nuevos accionamientos industriales diseñados y adaptados a cada aplicación que permitan la reducción de costes
- Sistemas de tracción eléctrica seguros y eficientes

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

• Estudios Prospectivos y de Tendencias

La Línea de I+T en Energía Eléctrica de la Universidad de Mondragón centra su actividad en la gestión de la energía eléctrica en aplicaciones orientadas a la generación distribuida (generación, transmisión y distribución), la tracción (ferroviaria, naval) o los bienes de equipo eléctricos (control de procesos industriales, máquina herramienta, elevación).

El grupo de investigación desarrolla conocimientos científico-tecnológicos en torno a los sistemas basados en la Electrónica de Potencia aplicados al control de la energía eléctrica, e investiga en los siguientes ámbitos:

- Aplicación de los nuevos componentes electrónicos de potencia (IGBT, IGCT, conexión serie-paralelo, etc.).
- Desarrollo de nuevas topologías de convertidores electrónicos (convertidores multinivel, nuevas topologías, etc.).
- Desarrollo de dispositivos de mejora de la calidad de suministro conectados a la red de Media Tensión (FACTS, Custom Power).
- Estudio de la problemática de coordinación de los componentes eléctrico- electrónicos en el marco de la Generación Distribuida. (PLL, DTC, etc.)
- Modelado, simulación y control de máquinas eléctricas. (Control escalar, control vectorial, DTC, Predictivo, etc.)
- Análisis máquinas eléctricas
- Diseño de máquinas eléctricas

TESIS DOCTORALES

Finalizadas :

- [1] G. Ugalde, "New topologies in Permanent Magnet Machines for direct drive applications" MU-EPS 2009.
- [2] I. Baraia "Series Connection of Power Semiconductors for Medium Voltage Applications". MU-EPS 2009.
- [3] G. Almandoz, "Advanced Design Methodology Oriented to the Application for Multipolar Permanent Magnet Machines" MU-EPS 2008.
- [4] G. Abad, "Predictive direct control techniques of the doubly fed induction machine for wind energy generation applications". MU-EPS 2008.
- [5] I. Sarasola, "Control robusto de una máquina de inducción doblemente alimentada por el estator en aplicaciones de generación de energía a velocidad variable". MU-EPS 2008.
- [6] J. A. Barrena, "Diseño y control de un equipo DSTATCOM mediante un convertidor multinivel de puentes en H en cascada". MU-EPS 2007.
- [7] A. Escalada, "Design, Modelling and Control of Linear Induction Machine in an Elevator-Doors Drive". MU-EPS 2007.
- [8] S. Aurtenetxea, "Predictive control of 2LVSI and 3LNPC VSI based on direct power control for MV gridconnected power application." MU-EPS 2007.
- [9] M. Santos "Aportaciones al control centralizado de un parque eólico". MU-EPS 2007.
- [10] J. Galarza "Control de un compensador de huecos e interrupciones breves de estructura monoconvertidor". MU-EPS 2006.
- [11] H. Camblong "Minimización del impacto de las perturbaciones de origen eólico sobre la producción de electricidad en aerogeneradores de velocidad variable". MU-EPS 2003.
- [12] J. Poza "Theoretical model, design and control for a Brushless Doubly fed Machine for the Variable Speed Generation". MU-EPS 2003. (pdf)

En curso:

- [1] A. Milo "Control Activo de redes de distribución de baja tensión" Started in Sept. 2006.
- [2] A. Goikoetxea "Operación y Control de la Generación Distribuida en Media Tensión" Started in Sept. 2007.
- [3] M. Zubiaga "Conexión y transporte de energía de parques eólicos off-shore". Started in Sept. 2007.

- [4] E. Solas, "Design and Specification of an Offshore Wind Farm". Started in Sept. 2008.
- [5] J. M. Canales, "Testing of High Power Medium Voltage Converters." Started in Sept. 2008.
- [6] M. Aguirre, "Sensorless control of permanent magnet synchronous machine for railway applications." Started in Oct. 2009.
- [7] A. Egea, "New Designing Concepts for Axial Flux Permanent Magnet Machines with Flux-Weakening high Capability". Started in Sept. 2009.
- [8] M.Oyarbide, " Energy Storage Systems based on electrochemical devices". Started in Oct. 2009.
- [9] P. Madina "Advanced design methodology of synchronous permanent magnet motors for direct-drive train traction applications". Started in Sept. 2009.
- [10] A. Sánchez, "Analysis of High Power conversion structures for Medium Voltage systems". Started in Sept. 2009.
- [11] Aitor Laka "Medium voltage high power converters, for FACTS applications". Started in Sept. 2009.

PUBLICACIONES

Libros (aceptado, en edición)

G Abad, J. López, M. A. Rodríguez, L. Marroyo, G. Iwanski, "Doubly Fed Induction Machine: Modeling and Control for Wind Energy Generation Applications," 550pp, Wiley Science.

Revistas con índice de impacto

2010

[17] G. Abad, M. A. Rodríguez, J. Poza, and J. M. Canales, "Direct Torque Control for Doubly Fed Induction Machine-Based Wind Turbines Under Voltage Dips and Without Crowbar Protection", IEEE transaction on Energy Conversion, Vol 24. No 3. 2010.

[16] G. Abad, M. A. Rodríguez, G. Iwanski and J. Poza, "Direct Power Control of Doubly-Fed-Induction-Generator-Based Wind Turbines Under Unbalanced Grid Voltage" IEEE Trans. Pow. Electron, vol. 25, no.2, Feb 2010.

2009

[15] M. Bobrowska-Rafal, K. Rafal, G. Abad, and M. Jasinski, "Control of PWM rectifier under grid voltage dips" Bulletin of the Polish Academy of Science. vol 57. No4. 2009.

[14] J. Poza, E. Oyarbide, M. A. Rodríguez, I. Sarasola, "Vector Control Design and Experimental Evaluation for the Brushless Doubly-Fed Machine", IET Proceedings Electric Power Applications, July 2009, Vol. 3, Issue 4, p. 247-256.

2008

[13] G. Abad, M.A. Rodríguez, J. Poza, "Three level NPC Converter based Predictive Direct Power Control of the Doubly Fed Induction Machine at Low Constant Switching Frequency", IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 55, no.12, Dec. 2008.

[12] G. Abad, M.A. Rodríguez, J. Poza, "Two Level VSC Based Predictive Direct Torque Control of the Doubly Fed Induction Machine with Reduced Torque and Flux Ripples at Low Constant Switching Frequency", IEEE Trans. Pow. Electron, vol. 23, no.3, May 2008.

[11] G. Abad, M.A. Rodríguez and J. Poza, "Two Level VSC Based Predictive Direct Power Control of the Doubly Fed Induction Machine with Reduced Power Ripple at Low Constant Switching Frequency", IEEE Trans. Energy. Conversion. vol. 23, no. 2, June 2008.

[10] Estanis Oyarbide, Josu Galarza, Sergio Aurtenechea, Miguel Rodríguez. "Second Order Predictive Direct Control of a Voltage Source Inverter coupled to a LC filter". IET Power Electronics, Vol. 1, No. 1, pp. 38–49. March 2008.

[9] Jon Andoni Barrena, Luis Marroyo, Miguel Ángel Rodríguez, José Ramón Torrealday. "Individual Voltage Balancing Strategy for PWM Cascaded H-Bridge Converter Based STATCOM". IEEE Transactions on Industrial Electronics Vol 55, No.1, Pg 21-29, January 2008.

[8] J.L. Rodríguez-Amenedo, S. Arnaltes, M.A. Rodríguez. "Operation and Coordinated Control of Fixed and Variable Speed Wind Farms". Elsevier, Renewable Energy. Volume 33, Issue 3, Pages 406-414, March 2008.

2007

[7] O. Bennouna, N. Héraud, M. Rodríguez, H. Camblong. "Data reconciliation and gross error detection applied to wind power". Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering. Professional Engineering Publishing. Volume 221, Number 3 / 2007. Pages 497-506. ISSN0959-6518.

[6] Sergio Aurtenechea, Miguel Ángel Rodríguez, Estanis Oyarbide, José Ramón Torrealday. "Predictive Control Strategy for DC/AC Converters Based on Direct Power Control". IEEE Transactions on Industrial Electronics Vol.54, No. 3, Pg 1261-1271, June 2007.

2006

[5] H. Camblong, I. Martínez Alegría, M. Rodríguez, G. Abad. "Experimental evaluation of wind turbines maximum power point tracking controllers". Energy Conversion and Management Vol 47, Issues 18-19, November 2006, Pg 2846-2858.

[4] Javier Poza, Estanis Oyarbide, Daniel Roye, Miguel Rodríguez. "Unified Reference Frame dq Model of the Brushless Doubly-Fed Machine". IEE Proceedings Electric Power Applications. Vol 153, Issue 5, Pg 726-734. September 2006.

[3] H. Camblong, G. Tapia, M. Rodríguez. "Robust digital control of a wind turbine for rated-speed and variable-power operation regime". IEE Proceedings Control Theory & Applications Vol 153, Issue 1, Pg 81-91. January 2006.

2005

[2] O. Bennouna, N. Héraud, H. Camblong, M. Rodríguez. "Diagnosis of the Doubly-Fed Induction Generator of a Wind Turbine". *Wind Engineering*, Vol 29, Pg 431-447. September 2005.

[1] H. Camblong, M. Rodríguez Vidal, J. R. Puiggali. "Principles of a Simulation Model for a Variable-Speed Pitch-Regulated Wind Turbine". *Wind Engineering*, Vol 28, Pg 157-175. March 2004.

Patentes

[1] J.Galarza, J.A.Barrena, I.Baraia, U.Iraola. "Método de control para el apagado de una pluralidad de transistores de potencia dispuestos en serie (Control method for a plurality of series connected power transistors)". Spanish patent pending No. P201030482.

[2] G. Abad, M.A. Rodríguez, J. Poza, "Método de control para una instalación eólica de generación eléctrica (Control method for a wind energy generation installation)", Spanish patent pending No. P200900158.

Congresos internacionales (solo años 2008 y 2009)

2009

[62] M. Zubiaga, G. Abad, J.A. Barrena, S. Aurtenetxea, A. Cárcar, "Spectral Analysis of a Transmission System based on AC Submarine Cables for an Offshore Wind Farm" in Conf. IECON 2009. Porto, Portugal.

[61] M. Z. M. Zubiaga, G. Abad, J.A. Barrena, S. Aurtenetxea, A. Cárcar, "Spectral Analysis of a Transmission System based on AC Submarine Cables for an Offshore Wind Farm" in Conf. IECON 2009. Porto, Portugal. ubiaga, G. Abad, J.A. Barrena, S. Aurtenetxea, A. Cárcar, Evaluation and selection of AC transmission lay-outs for large offshore wind farms" in Conf. EPE 2009. Barcelona, Spain.

[60] G. Ugalde, G. Almandoz, J. Poza, A. Gonzalez, "Computation of Iron Losses in Permanent Magnet Machines by Multi-Domain Simulations" in Conf. EPE 2009. Barcelona. Spain.

[59] A. Milicua, S. Piasecki, M. Bobrowska, K. Rafal, G. Abad, "Coordinated Control for Grid Connected Power Electronic Converters Under the Presence of Voltage Dips and Harmonics" in Conf. EPE 2009. Barcelona. Spain.

[58] I.Baraia, J.L.Thomas, J.A.Barrena, J.Galarza, M.A.Rodríguez. "Efficiency Comparison between a Hybrid Cascaded Connected Seven Level Converter and a Standard Cascaded Connected Seven Level Converter for STATCOM Applications at 15 kV Utility Grids". EPE 2009, Barcelona, Spain.

[57] M. Zubiaga, G. Abad, J. A. Barrena, A. Cárcar, S. Aurtenetxea, "Evaluación de soluciones para la conexión e integración de energía de parques eólicos offshore," in SAAEI 09 Leganés, 2009.

[56] E. Solas, G. Abad, J. A. Barrena, A. Cárcar, S. Aurtenetxea, "Estado del arte y análisis de topologías de convertidor para transmisión de energía mediante HVDC-VSC en parques eólicos sobre el mar," in SAAEI 09 Leganés, 2009.

[55] J.M.Canales, I.Aizpuru, J.A.Barrena, I.Zamakona "Circuito de Ensayo Sintético para el testeo en condiciones nominales de TCR de Media Tensión", SAAEI09, Leganés.

[54] A.Laka, J.M.Canales, J.A. Barrena "VRLA Battery Health Estimation Scheme" ECMS09, Mondragon.

[53] I.Aizpuru, J.M.Canales, J.A.Barrena, I.Zamakona "Synthetic Test Circuit for testing nominal conditions in Medium Voltage TCR Thyristor Valves" ECMS09, Mondragon.

[52] I.Baraia, J.A.Barrena, J.M.Canales, J.Galarza "Review and Analysis of the Problems Related to the Series Connection of IGBTs" ECMS09, Mondragon.

[51] A. Goikoetxea, J. A. Barrena, M. A. Rodríguez, and G. Abad, "Active Substation Design to Maximize DG Integration," in PowerTech, Bucharest (Romania), 2009.

[50] A. Milicua, S. Piasecki, M. Rolak, M. Bobrowska, K. Rafal, "Comprehensive Study of Active Filter based on Experimental Analysis" ECMS09, Mondragon, Spain.

[49] G. Ugalde, G. Almandoz, J.Poza, A. González, "Flux Weakening of Surface Permanent Magnet Machines in Over-Torque Operation Mode," International Symposium on Advanced Electromechanical Motion Systems, 2009, Lille, France.

[48] A. Egea, G. Almandoz, G. Ugalde, J. Poza, "Eddy Current Losses Analysis in Permanent Magnets of Synchronous Machines with Concentrated Windings", ECMS 2009, Mondragon, Spain.

[47] M. Bobrowska, K. Rafal, A. Milicua, M. P.Kazmierkowski "Improved Voltage Oriented Control of AC-DC Converter under Balanced and Unbalanced Grid Voltage Dips" in Conf. Eurocon 2009. Saint Petersburg, Rusia.

[46] K. Rafal, M. Bobrowska, J. A. Barrena, M. P.Kazmierkowski, "Component Minimized AC/DC/AC Converter with DC-Link Capacitors Voltages Balancing" in Conf. Eurocon 2009. Saint Petersburg, Rusia.

[45] A. Goikoetxea, J. A. Barrena, M. A. Rodríguez, G. Abad "Benefits of distributed energy storage working in parallel to distributed energy resources" in ICREPQ 09 Valencia, 2009.

2008

- [44] A. Goikoetxea, M. Rodríguez, H. Bindner, A. Milo. "Design of control strategies to improve grid integration in fixed speed wind energy systems with battery storage". ICREPQ 2008 , Santander.
- [43] Gaizka Ugalde, Javier Poza, Miguel Ángel Rodríguez, Antonio González. "Space Harmonic Modeling of Fractional Permanent Magnet Machines from Star of Slots", ICEM'08- XVIII International Conference on Electrical Machines, Vilamoura, Portugal.
- [42] J. A. Barrena, L. Marroyo, M.Á. Rodríguez, J. R. Torrealday, "Comparison of DC-Bus Voltage Balancing Strategies for Three-Phase DSTATCOM Based on Cascaded H-Bridge Multilevel Converter". PESC 2008. Island of Rodhes.
- [41] J.M.Canales, I.Baraia, J.A.Barrena, I.Zamakona, J.Pérez*. "Diseño Eléctrico, Térmico y Mecánico de Interruptor Estático a Tiristores para Media Tensión". SAAEI 2008. Cartagena.
- [40] J.M.Canales, I.Baraia, J.A.Barrena, I.Zamakona, J.Pérez*. "Diseño Eléctrico, Térmico y Mecánico de Interruptor Estático a Tiristores para Media Tensión". SAAEI 2008. Cartagena.
- [39] I. Baraia, J.A. Barrena, M. Sanzberro, J. Galarza." Comparison of Voltage Mode Driving and Current Mode Driving of IGBTs". SAAEI 2008. Cartagena.
- [38] I. Baraia, J.A. Barrena, J.M. Canales, J. Galarza."Control activo por puerta para la conexión en serie de IGBTs". SAAEI 2008. Cartagena.
- [37] Gaizka Almandoz, Javier Poza, Miguel Angel Rodriguez, Antonio Gonzalez, "Analytic Model of a PMSM Considering Spatial Harmonics", SPEEDAM, Ischia 2008.
- [36] Gaizka Almandoz, Javier Poza, Ewen Ritchie, Antonio González. "Experimental Prediction of Iron Losses in Electromagnetic Devices". Conferencia: IEEE International Magnetic Conference ITERMAG 2008, Madrid, 4-8 de Mayo 2008.
- [35] G. Abad, M.A. Rodríguez., J. Poza, "High Power and Medium Voltage Wind Turbines based on Predictive Direct Control techniques", EPE Wind Energy Chapter Seminar, Delft 2008.
- [34] A. Milo, A. Martínez, M. Rodríguez, A. Goikoetxea. "Dynamic power flow tool development for low voltage networks analysis with high penetration level of distributed generation". ICREPQ 2008 , Santander.
- [33] A. Goikoetxea, M. Rodríguez, H. Bindner, A. Milo. "Design of control strategies to improve grid integration in fixed speed wind energy systems with battery storage". ICREPQ 2008 , Santander.

PERSONAL DOCENTE INVESTIGADOR

9 DOCTORES EN PLANTILLA

MAS DE 8 DOCTORES COLABORADORES DE DIFERENTES EMPRESAS (CAF, INGETEAM, ORONA, ORMAZABAL, ETC...)

8 INGENIEROS EN PLANTILLA

MAS DE 5 INGENIEROS COLABORADORES DE DIFERENTES EMPRESAS (CAF, INGETEAM, ORONA, ORMAZABAL, ETC...)

RECURSOS / MEDIOS

- LABORATORIO DE BAJA TENSIÓN. Se dispone de una infraestructura que permite trabajar en la media tensión. Se dispone también de las siguientes plataformas experimentales para el desarrollo de ensayos:
 - 1.- Five level cascaded converter (1kVDC, 100kVA).
 - 2.- Four level NPC converter (12kVDC, 300kVA).
 - 3.- Three level NPC converter (1.2kVDC, 50kVA) with FPGA+dSPACE1103.
 - 4.- Two level converter (1.2VDC, 50kVA) with FPGA+dSPACE1103.
 - 5.- Two level converter (1.2VDC, 50kVA) with FPGA+dSPACE1103.
 - 6.- Opposition method (1kA) based test bench.
 - 7.- Doubly fed induction machines test bench (15kW).
 - 8.- Brushless doubly fed machine (15kW) test bench.
 - 9.- Linear induction machine test bench.
 - 10.- Synchronous / asynchronous machine test bench.

11.- Soft switching 6.6kVA ARCP converter.

- LABORATORIO DE MEDIA TENSIÓN: Se dispone de un laboratorio de media tensión pionero a nivel estatal (existen muy pocos a nivel de universidades y de empresas), que permite trabajar en el rango de la media tensión (superior a 1000V). Dicho laboratorio está dotado del siguiente equipamiento:

1.- 2 Input transformers. 30kV/2x690V, 50Hz, 2MVA.

2.- Voltage selection cabinet:

-- Configurable 3 phase AC systems:

From 690VAC to 4780VAC (15 levels). 4MVA.

-- Configurable DC systems with diode rectifiers:

From 931VDC to 6452VDC. (15 levels). 4MVA.

3.- Protection system.

-- 2 current breakers of 30kV.

-- 1 current breaker of 12kV.

-- 9 current breakers of 4kV.

-- 9 current breakers of 690V.

4.- Test area.

---Seismic mass for vibration isolation for high power electrical machines.

-- Fence for risk protection.

5.- Test control room.

Equipments

1.- Diode rectifiers of 1800VDC - 1200A.

2.- Configurable resistors of 50 kW and 12kV.

3.- Reversible DC -voltage source from 50V to 1.5kV, 50kW.

4.- 5mH, 700A and 7kV Inductances.

5.- Measurements system based on National Instruments PXI system, oscilloscopes and high isolation current and voltage sensors.

- LABORATORIO DE NUEVOS DESARROLLOS ASOCIADOS AL VEHÍCULO ELÉCTRICO: Se dispone de un laboratorio para el desarrollo del vehículo eléctrico, equipado con:

1.- Elevador automatizado de vehículos.

2.- Dos prototipos de vehículo eléctrico.

3.- Diversos packs de baterías de diferentes tecnologías.

- Diverso **software** para el desarrollo, simulación y prototipado rápido en plataformas experimentales.

1.- FLUX 2D-3D.

2.- PSCAD.

3.- SABER.

4.- PSIM.

5.- Matlab – Simulink.

6.- Control Desk – dSPACE.

POSICIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN LAS REDES DE EXCELENCIA MÁS IMPORTANTES DE SU ÁMBITO

VII Programa Marco Europeo. (http://cordis.europa.eu/fp7/home_en.html)

Desde su creación, los programas marco europeos vienen incluyendo de manera destacada el ámbito de la Energía (en concreto la energía eléctrica también), potenciando e incentivando acciones en el sector, por medio de gran cantidad de proyectos europeos.

Es obvio que la mayoría de los proyectos financiados por Administraciones públicas se hallen alineados con las temáticas definidas en este Programa; y esta línea de investigación concurre a las distintas convocatorias públicas a través de las que se financian dichos proyectos.

Asociaciones de ingenieros electrónicos y eléctricos.

Los investigadores de la línea pertenecen a las siguientes asociaciones:

IEEE (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos) (<http://www.ieee.org/index.html>)

Esta Asociación mundial para el desarrollo tecnológico es la más grande del mundo: tras crearse hace más de un siglo en EEUU, tiene ramificaciones en prácticamente todos los países del mundo y es el referente líder a nivel mundial.

Prácticamente todos los investigadores y doctorandos de la línea de Energía Eléctrica son miembros de este Instituto. Varios de ellos son revisores de artículos de congresos y de revistas (de diferentes ámbitos e índice de impacto).

IET (<http://www.theiet.org/>) : Gran Bretaña. 3 PDI de la línea son miembros de esta asociación y revisores de revistas.

Por otro lado, las siguientes revistas, congresos, consorcios editoriales, etc... contribuyen a establecer, divulgar y estandarizar el conocimiento dentro de la energía y la electrónica de potencia. Por eso, las fuentes de consulta, conocimiento y producción científica de la línea de investigación y de este Máster se orientan a los consorcios editoriales, revistas y congresos internacionales que se relacionan a continuación; todos ellos referentes ineludibles en el ámbito de la energía y la electrónica de potencia.

Consortios editoriales.

A nivel de consulta, destacamos los siguientes:

- Oxford University Press.
- McGraw Hill.
- Wiley Science.
- CRC Press.
- IEEE press.
- Springer.
- Prentice-Hall.
- Morgan & Claypool Publishers.
- Elsevier.
- ...

Revistas científicas:

A nivel de consulta y de producción científica de la línea, las siguientes:

- IEEE Transaction on Industrial Electronics.
- IEEE Transaction on Power Electronics.
- IEEE Transaction on industry applications
- IEE Transactions on Power Systems
- IEE Transactions on Energy Conversion.
- IEEE Transaction on Power Delivery.
- IEEE Transaction on Magnetics.
- IEEE Transaction on Robotics.
- ...

Congresos internacionales:

Se participa con ponencias orales y escritas en los siguientes:

- ISIE, "IEEE International Symposium on Industrial Electronics"
- EPE, "European Conference on Power Electronics and Applications", (<http://www.epe-association.org/>)
- APEC, "Applied Power Electronics Conference and Exposition", (<http://www.apec-conf.org/>)
- PCIM, "POWER CONVERSION CONFERENCE & INTELLIGENT MOTION", (<http://www.zm-com.com/>)
- EPE-PEMC, "European Power Electronics & Motion Control"
- PESC, "Power Electronics Specialists Conference", (<http://www.pels.org/>)
- IECON, "International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation"
- ICFA, "International Conference on Failure Analysis".
- UPEC, "Universities' Power Engineering Conference", (<http://www.ee.qub.ac.uk/>)
- EAEEIE, "European Association for Education in Electrical and Information Engineering".
- IASTED, "International Association of Science and Technology for Development", (<http://www.iasted.com/>)
- COMPUMAG & IEEE Transaction on Magnetics.
- PCC, "Power Conversion Conference".
- ISEM, "International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics", (<http://www.lgep.supelec.fr/ISEM/>).
- CIPS, "International Conference on Integrated Power Systems", (http://www.vde.com/de/fg/etg/fachthemen/fb5/cips2002e_p1.htm).
- ...

De todo ello se concluye que es una línea en desarrollo creciente y que con su labor investigadora puede amparar sólidamente este Máster.

INTERÉS PROFESIONAL DEL TÍTULO

Lo expuesto anteriormente acerca de los estudios realizados por el Cluster de Energía y la Asociación GAIA en relación a las necesidades formativas en el ámbito universitario detectadas por las empresas del sector basta por sí mismo para justificar el interés profesional del título. Sin embargo, una vez que se elaboró la propuesta del título y se identificaron las competencias del mismo, el equipo de diseño del máster quiso conocer de primera mano el posicionamiento de las empresas del sector con respecto a esta propuesta de Máster. Con este fin, a finales del año 2009 y primeros del 2010 se realizó una serie de encuestas a diferentes egresados y empresas (Ikerlan, Orona, Ingeteam, Ormazabal y Traineelec) que vienen colaborando con la Universidad desde tiempo atrás, tanto en el ámbito académico como en el de investigación.

Dichas encuestas se materializaron en formato de entrevista seleccionando a las personas con más amplia experiencia en su respectivo sector industrial:

La entrevista se estructuró en dos partes: en la primera se explicaba a la empresa las siguientes cuestiones de carácter general:

- La nueva estructura de estudios de grado + máster que establece el RD 1393/2007 y que se empezó a implantar en MONDRAGON UNIBERTSITATEA con la puesta en marcha de varias enseñanzas conducentes a la obtención del título de Grado.
- La propuesta de Máster universitario en energía y electrónica de potencia que nos ocupa, haciendo hincapié en las competencias que adquirirán los alumnos, los contenidos teóricos y prácticos que trabajarán, las metodologías de aprendizaje, la estructura, etc...
- Se hizo especial esfuerzo en exponer las diferencias entre la estructura existente en esta Escuela Politécnica Superior en el ámbito de la Electrónica (Ingeniería técnica industrial, especialidad de Electrónica Industrial + Ingeniería en Automática y Electrónica

Industrial (enseñanzas de sólo 2º ciclo)) y el nuevo sistema universitario (Grado en ingeniería en electrónica industrial + Máster universitario en energía y electrónica de potencia), atendiendo a las competencias nuevas que adquieren los alumnos, las competencias que pierden peso con respecto a la estructuración anterior, los nuevos perfiles profesionales que se pretenden, etc...

Tras esta exposición introductoria, se planteaban una batería de cuestiones bajo guión y finalmente se realizaba un debate o contraste abierto.

Sin ánimo de ser exhaustivos, las conclusiones más destacadas son las siguientes:

- Las encuestas reflejan unanimidad absoluta en considerar un acierto la temática y orientación elegida para el máster: la energía y la electrónica de potencia.
- Muestran un elevado interés en identificar fórmulas de colaboración y apoyo entre sus empresas y el máster, para poder contribuir a una mejora de la calidad de la formación recibida por los alumnos.
- Realizan diferentes aportaciones específicas respecto al contenido y competencias que deberán adquirir los alumnos:
 - o la recomendación de profundizar y orientar los contenidos al entorno de desarrollo y producción de las empresas
 - o la recomendación de incluir e incidir -en la medida de lo posible- en temáticas como: la red eléctrica, la implementación de algoritmos en plataformas hardware, la redacción y documentación rigurosa, la compatibilidad electromagnética (EMI), y la capacidad para evaluar y discernir la viabilidad de diferentes alternativas; solicitando que se incluyan en el plan de estudios conocimientos, actitudes y competencias relacionados con estas temáticas.

CONCLUSIÓN

Por todo lo expuesto a lo largo de este epígrafe, esta Institución considera que el Máster universitario en energía y electrónica de potencia reúne los elementos requeridos para ser homologado, oficializado e inscrito en el RUCT.

Referentes externos

Referentes nacionales e internacionales

Son numerosas las Universidades en las que existen implantadas enseñanzas de posgrado (másteres o programas de de posgrado) relacionadas con las áreas de la energía o de la electrónica de potencia. A manera de ejemplo, sólo en la UE las siguientes:

En España:

- UPNA Programa Oficial de Posgrado en Energías Renovables: Generación Eléctrica (60 ECTS)
- Universidad del País Vasco: Máster en Generación energética (60 ECTS).
- Universidad Politécnica de Madrid: Máster Título Propio Energías Renovables y Medio Ambiente (60 ECTS)
- UPC (Barcelona): Máster de Ingeniería en Energía (120 ECTS)
- Universidad de Sevilla: Máster oficial en Sistemas de energía eléctrica (60 ECTS)

En el resto de la UE:

- Chalmers (Suecia): Master in Electric Power Engineering (120 ECTS)
- EPFL (Ecole Polytechnique Federal Lausanne) Suiza: Master in Power Conversion and Systems (60 ECTS)
- TU DELFT (Holanda): Master in Track Electrical Power Engineering (120 ECTS)
- RWTH Aachen (Alemania): Master of Science in Electrical Power Engineering (120 ECTS)
- Laperalta (Finlandia): Master degree programme in Electrical Engineering (120 ECTS)
- NTNU (Noruega): MSc in Electric Power Engineering (120 ECTS)
- DTU (Dinamarca, Copenhague): MSc in Wind Energy (120 ECTS)
- Aalborg (Dinamarca): M.Sc. in Energy Engineering (120 ECTS)
- Varsovia (Polonia): European Master on Advanced Robotics (120 ECTS)

- Eindhoven TU (Holanda): Master's degree program Sustainable Energy Technology (60 ECTS)
- University of Manchester (UK): M.Sc.in Electrical Power Engineering, Power Systems Engineering and Economics, Sustainable Electricity Systems (60 ECTS)

Como podrá verse, la temática de la energía y la electrónica de potencia es una temática habitual en prácticamente todas ellas. Sin embargo, en pocas se cierra el ciclo completo de la electrónica de potencia, tal y como se plantea en este máster: “análisis detallado de **aplicaciones**, que integra tanto el **diseño** como el **control** de la máquina y el convertidor”.

En el cuadro siguiente se resumen las similitudes y diferencias entre los másteres propuestos por varias de estas Universidades y el propuesto en esta memoria; y se trata de subrayar el diferencial que aporta este máster (en los casos en que lo hace). La comparación se centra en las cuestiones de contenido, ya que se carece de información referida a las competencias y metodologías que se trabajarán en dichos másteres.

UNIVERSIDADES DE REFERENCIA	SIMILITUDES CON MÁSTER DE ENERGÍA Y ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE MU	DIFERENCIAS CON MÁSTER DE ENERGÍA Y ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE MU	APORTACIÓN DIFERENCIAL DEL MÁSTER DE ENERGÍA Y ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE MU
UPNA (Navarra)	Ambos abordan las energías renovables	El de UPNA es muy especializado en energías renovables. El de MU abarca más aplicaciones.	Se estudian con mayor detalle las máquinas, los convertidores y las diferentes aplicaciones donde se utilizan.
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	Ambos abordan las energías renovables	El de UPM es muy especializado en energías renovables. El de MU abarca más aplicaciones.	Se estudian con mayor detalle las máquinas, los convertidores y las diferentes aplicaciones donde se utilizan.
UPC (Barcelona)	Ambos abordan los accionamientos, las máquinas eléctricas, los convertidores y las energías renovables.	La UPC mediante itinerarios (no obligatorio para todos los alumnos) consigue una mayor especialización en la generación de energía mediante fuente nuclear y renovable.	Se aborda con más detalle el diseño de las máquinas eléctricas y los convertidores.
Universidad de Sevilla	Es muy similar	Es muy similar	Se aborda con más detalle el diseño de las máquinas eléctricas.
Chalmers (Suecia)	Ambos abordan los accionamientos, los convertidores y la electrónica de potencia	El de MU aborda más aplicaciones, pero Chalmers aborda la media y alta tensión.	Se aborda con más detalle el diseño de las máquinas eléctricas y los convertidores; así como la especialización en varias aplicaciones.
EPFL (Ecole Polytechnique Federal Lausanne) Suiza	Ambos abordan los accionamientos, los convertidores y la electrónica de potencia	En EPFL se aborda más ampliamente el control y con un carácter general. En MU se abordan más detalles-específicos de aplicaciones (renovables, la red, almacenamiento, transporte, etc...)	Mayor nivel de profundización en las aplicaciones concretas
RWTH Aachen (Alemania)	Ambos abordan los accionamientos, las máquinas eléctricas, los convertidores y la electrónica de potencia	En MU se abordan más aplicaciones, pero RTWH aborda la media y alta tensión.	Mayor nivel de profundización en las aplicaciones concretas
NTNU (Noruega)	Ambos abordan los accionamientos, las máquinas eléctricas, los convertidores y la electrónica de potencia aunque en MU con mayor profundidad.	En MU se abordan más aplicaciones; pero NTNU aborda la media y alta tensión.	Se aborda con más detalle el diseño de las máquinas eléctricas y los convertidores; así como la especialización en varias aplicaciones.
DTU (Dinamarca, Copenhague)	Ambos abordan los accionamientos, las máquinas eléctricas, los convertidores y la generación de energía eólica	DTU aborda más específicamente la generación de energía eólica	Se aborda con más detalle el diseño de las máquinas eléctricas y los convertidores; así como la especialización en varias aplicaciones.
Aalborg (Dinamarca)	Ambos abordan los accionamientos, las máquinas eléctricas, los convertidores y las energías renovables.	En MU se abordan algunas aplicaciones diferentes. Aalborg además aborda la media y alta tensión.	Se aborda con más detalle el diseño de las máquinas eléctricas y los convertidores

Descripción de los procedimientos de consulta internos

Como se ha indicado anteriormente, la propuesta de este Máster universitario surge como consecuencia de la elaboración del Plan Estratégico (2009-2012) de la Escuela Politécnica Superior.

Para la elaboración de dicho Plan se establecieron unos equipos de reflexión y un plan de trabajo detallado con objetivos específicos:

- **Se identificaron dos niveles de reflexión articulados en torno a 4 equipos de trabajo**, uno por cada Unidad Estratégica de Gestión (Formación Reglada, Formación Continua e Investigación), más un equipo plenario representación de los tres anteriores.

Y se siguió la siguiente dinámica:

- **Reunión 1. EQUIPO CABECERA.** Reunión en la que se hizo una revisión de la estrategia seguida en el periodo 2004-2008, Directrices MONDRAGON UNIBERTSITATEA (MU) para la Escuela Politécnica Superior (EPS), Análisis interno “procesos de soporte” formulación de la MISIÓN, VISIÓN Y VALORES e Identificación de preocupaciones estratégicas globales para la EPS.
- **Reunión 1. MESAS DE REFLEXIÓN.** Una Mesa para cada Unidad Estratégica de Gestión (Formación reglada; Continua e Investigación). Ponencia de expertos (2 h) y Análisis y Diagnóstico de la Situación.
- **Reunión 2. EQUIPO CABECERA.** Repaso del análisis de las 3 Unidad Estratégica de Gestión, identificación de RETOS, definición de directrices para las Unidad Estratégica de Gestión e identificación, si procede, de RETOS a ser desarrollados por el Equipo de Cabecera.
- **Reunión 2. MESAS DE REFLEXIÓN.** Concreción de retos de cada Unidad Estratégica de Gestión y su despliegue, Objetivos, estrategias, indicadores, y responsables.
- **Reunión 3. EQUIPO CABECERA.** Despliegue de retos generales, concreción de objetivos, estrategias, indicadores y responsables.
- **Reunión 3. MESAS DE REFLEXIÓN.** Finalización de la concreción de los retos de las Unidad Estratégica de Gestión.
- **Reunión 4. EQUIPO CABECERA.** Análisis del despliegue de cada una de las Unidad Estratégica de Gestión y finalización del despliegue de retos asignados al Equipo cabecera. Tras esta reunión, se trabajó en la concreción de datos de indicadores, proyección numérica y mapa estratégico.
- **Reunión plenaria FINAL.** En la que se expuso la síntesis del P.E. incluido el mapa, proyección numérica e indicadores.

En paralelo, a través de los participantes en las mesas de reflexión de cada Unidad Estratégica de Gestión, se generó una dinámica de participación de todo el personal de la Escuela; y se convocaron 3 jornadas dedicadas a reuniones abiertas de 2 h. de duración para informar, recabar impresiones y debatir las reflexiones y retos estratégicos que iban surgiendo. A su vez, los alumnos fueron informados en una sesión específica convocada al efecto.

Para la elaboración del plan de estudios se estableció un plan de diseño de título y una dinámica de reuniones a dos niveles:

- Reuniones de los PDI de los Departamentos y Áreas de conocimiento con responsabilidad en la titulación para debatir y elaborar propuestas para el diseño del plan de estudios.
- Reuniones de consulta, debate y contraste abiertas a todo el colectivo (PDI y PAS) de esta Escuela Politécnica Superior, con motivo de la elaboración del Plan Estratégico 2009-2012:
- Reuniones de consulta, debate y elaboración de propuestas de representantes del personal académico con los responsable de Coordinación Académica de la Escuela Politécnica Superior.
- Consultas a los alumnos miembros del Consejos Rectores de MGEP, en el que tienen asignada un 1/3 de representación.
- Reuniones del Equipo de Coordinación Académica en las que se han ido validando las propuestas del equipo de diseño del título.

La información resultante de esta dinámica es diversa tanto en alcance como en contenido. Entre otras se hallan: el Plan Estratégico de esta

EPS, las convocatorias de las reuniones que se han realizado; las actas de las reuniones y los acuerdos (y consensos) alcanzados en las mismas; y las distintas versiones del plan de estudios.

a) Procedimiento seguido para la aprobación del plan de estudios

El procedimiento de aprobación del plan de estudios se ha vertebrado a dos niveles:

A nivel de la Escuela Politécnica Superior.

- ✚ La validación de la propuesta definitiva del plan de estudios, previo a su aprobación en los Órganos competentes, ha correspondido a la Coordinación Académica y a los Coordinadores de los Departamentos Universitarios.
- ✚ La aprobación en los Órganos competentes se ha realizado en el siguiente orden: en primer lugar en el Equipo de Coordinación Académica, a continuación en el Equipo de Coordinación General, y por último en el Consejo Rector.

A nivel de la Universidad.

Con una secuencia similar, la propuesta de plan de estudios fue aprobada en el Comité Académico de Mondragón Unibertsitatea, en el Consejo de Dirección de Mondragón Unibertsitatea, y en el Consejo Rector de la Universidad (Órganos en los que se hallan representadas todas las Facultades que integran MU y el propio Rectorado).

Descripción de los procedimientos de consulta externos

Los citados en el epígrafe 'Interés académico, científico o profesional del mismo'.

III. Objetivos generales del título y las competencias que adquirirá el estudiante tras completar el periodo formativo

Objetivos

El objetivo principal del título es formar profesionales altamente cualificados en el estudio y análisis específico de aplicaciones de la electrónica de potencia (generación de energía, renovables, aplicaciones industriales, tracción, etc...); en el estudio y análisis específico de convertidores electrónicos de potencia (diseño, modelado, control y análisis); y en el estudio y análisis específico de máquinas eléctricas (diseño, modelado, control y análisis).

Al finalizar los estudios, los titulados podrán abordar las siguientes funciones profesionales:

FUNCIONES PROFESIONALES

FP1. Realizar actividades de diseño y desarrollo de sistemas avanzados de electrónica de potencia y máquinas eléctricas aplicados a la generación, almacenamiento, distribución y transmisión de energía, a la tracción, a las energías renovables y a la electrónica industrial.

FP2. Dirigir y gestionar proyectos que den soluciones innovadoras, sostenibles y eficientes a problemáticas derivadas de la integración de sistemas de electrónica de potencia.

FP3. Dirigir y gestionar proyectos de investigación orientados al desarrollo científico-tecnológico, en entornos multidisciplinares y multisectoriales, impulsando la gestión y transferencia del conocimiento generado.

FP4. Desarrollar la asesoría y consultoría en el ámbito de la electrónica de potencia, atendiendo a las especificaciones de los clientes, a la eficiencia energética y a la normativa vigente.

Para el desarrollo de estas funciones profesionales los estudiantes que cursen esta máster adquirirán las siguientes competencias:

Competencias técnicas del título

C1.- Conocer, comprender, diseñar y analizar los convertidores electrónicos de potencia, adaptándolos a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

C2.- Conocer, comprender, diseñar y analizar las máquinas eléctricas, adaptándolas a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

C3.- Conocer, comprender, diseñar y analizar los controles automáticos y algoritmia de las máquinas eléctricas y de los convertidores electrónicos de potencia, adaptándolas a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

C4.- Conocer, comprender y especificar las aplicaciones de tracción y los accionamientos, adaptándolos a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales, integrando y optimizando conceptos de eficiencia energética.

C5.- Conocer, comprender y analizar las diferentes formas de generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

C6.- Conocer, comprender y analizar la red eléctrica, entendiendo y diseñando los equipos de apoyo necesarios que redunden en la mejora de la calidad y del suministro eléctrico, integrando y optimizando conceptos novedosos de eficiencia energética.

C7. Gestionar y desarrollar proyectos de investigación, diseñando y planificando la realización de ensayos, conociendo la problemática asociada a la cadena de medida y las técnicas de tratamiento de resultados.

C8. Abordar el desarrollo de proyectos de investigación, identificando el estado del arte, estableciendo la hipótesis de investigación, y aplicando las técnicas de experimentos y ensayo, y el estilo de investigación más adecuados.

C9. Razonar principios, teoría o modelos del área de la energía y la electrónica de potencia, de manera crítica y con visión global, y en base a los valores éticos y de respeto a las personas y al medio ambiente, aplicándolos a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares). Interpretar situaciones, datos, informes, y en general todo tipo de documentación susceptible de ser analizada, y relacionarlos con las teorías, principios, normas, y modelos del área de la energía y la electrónica de potencia.

Competencias transversales del título

C10. Comunicar sus conocimientos, razonamientos y conclusiones a un público especializado y no especializado de un modo claro y sin ambigüedades.

C11. Liderar equipos de trabajo de forma eficaz y eficiente para la consecución del objetivo común.

C12. Analizar situaciones e informaciones complejas relacionadas con su área de estudio, valorar distintas alternativas de solución de problemas y tomar las decisiones más adecuadas en los contextos planteados tomando en cuenta las responsabilidades sociales y éticas que puedan derivarse de las mismas.

C13. Identificar las oportunidades de desarrollo de nuevos productos y negocios, y priorizar y organizar los recursos humanos y materiales requeridos para la puesta en marcha de los mismos.

Con esta formación, los recién titulados podrán desarrollar su actividad profesional en:

- Departamentos técnicos de desarrollo de producto
- Departamentos de I+D+i
- Centros de Investigación o tecnológicos
- Consultorías
- Departamentos de marketing
- Docencia

Materias del plan de estudios

Para la adquisición de las competencias descritas se han identificado las siguientes materias:

	Materias	
COMUNES		Diseño, modelado y análisis de convertidores electrónicos de potencia
		Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas
		Tecnologías y principios avanzados de la energía eléctrica
		Aplicaciones de tracción y accionamientos
		Generación de la energía eléctrica mediante fuentes renovables
		La red eléctrica
ITINERARIO		Prácticas de profesionalización
ITINERARIO INVESTIGACIÓN		Técnicas instrumentales y numéricas
		Fundamentos metodológicos de la investigación
		Aplicaciones de tracción y accionamientos

A continuación se detalla cómo contribuye cada una de las materias a la adquisición de las competencias del título:

Competencia de título

Competencias específicas asociadas

C1.- Conocer, comprender, diseñar y analizar los convertidores electrónicos de potencia, adaptándolos **Materia : DISEÑO, MODELADO Y ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA**

a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

- 1.- Dimensionar y diseñar eléctricamente los diferentes elementos que componen el convertidor.
- 2.- Analizar el comportamiento térmico del convertidor.
- 3.- Construir y materializar el convertidor.
- 4.- Evaluar el grado de cumplimiento de las diferentes normativas que atañen a un convertidor.
- 5.- Diseñar e innovar sobre las técnicas de modulación de un convertidor, con el objetivo de optimizar su funcionamiento y prestaciones.

Materia : TENOLOGÍAS Y PRINCIPIOS AVANZADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1.- Especificación y selección de sistemas de evacuación de calor para convertidores electrónicos.
- 2.- Especificación de un sistema de almacenamiento y los circuitos asociados.
- 3.-Evaluación de la viabilidad técnica y económica de una solución basada en almacenamiento.

Materia: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN

- 1.- Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito.
- 2.- Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo.
- 3.- Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación.
- 4.- Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos.

C2.- Conocer, comprender, diseñar y analizar las máquinas eléctricas, adaptándolas a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

Materia: DISEÑO Y MODELADO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- 1.- Desarrollar diseños de máquina ajustadas a los requisitos específicos de cada aplicación con unas prestaciones electromagnéticas y térmicas óptimas.
- 2.- Adquirir conocimiento sobre las nuevas tendencias en el diseño y construcción de máquinas eléctricas en referencia a los procesos de fabricación, nuevos materiales de altas prestaciones y nuevas herramientas de diseño.
- 3.- Desarrollar herramientas propias para el diseño electromagnético-térmico de máquinas eléctricas.
- 4.- Adquirir conocimiento y destreza en la utilización de diferentes herramientas de diseño y análisis de máquinas eléctricas.
- 5.- Adquirir el conocimiento de una metodología para el diseño de máquinas eléctricas.
- 6.- Desarrollar el modelado electromagnético-dinámico de diferentes máquinas eléctricas.

Materia: TENOLOGÍAS Y PRINCIPIOS AVANZADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1.- Especificación y selección de sistemas de evacuación de calor para máquinas

eléctricas.

C3.- Conocer, comprender, diseñar y analizar los controles automáticos y algoritmia de las máquinas eléctricas y de los convertidores electrónicos de potencia, adaptándolas a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

Materia: TENOLOGÍAS Y PRINCIPIOS AVANZADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

- 1.- Dominio y aplicación de técnicas de control avanzadas máquinas eléctricas de corriente alterna (AC).
- 2.- Diseño de nuevas técnicas de control para máquinas AC.

Materia: APLICACIONES DE TRACCIÓN Y ACCIONAMIENTOS

- 1.- Especificación de un accionamiento eléctrico y del sistema de control para aplicaciones de ascensor.

Materia: GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

- 1.- Entender y analizar las diferentes topologías eléctricas de aeroturbinas, teniendo en cuenta desde el generador y el convertidor, hasta la estrategia de control.
- 2.- Conocer y especificar las diferentes topologías eléctricas de aeroturbinas, teniendo en cuenta el generador, el convertidor y el diseño de la estrategia de control.

Materia: LA RED ELÉCTRICA

- 1.- Especificación del convertidor y diseño del control de los convertidores de conexión a red eléctrica.

Materia: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN

- 1.- Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito.
- 2.- Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo.
- 3.- Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación.
- 4.- Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos.

C4.- Conocer, comprender y especificar las aplicaciones de tracción y los accionamientos, adaptándolos a los nuevos ámbitos de aplicación e innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales, integrando y optimizando conceptos de eficiencia energética.

Materia : APLICACIONES DE TRACCIÓN Y ACCIONAMIENTOS

- 1.- Especificación de una unidad de tracción ferroviaria.
- 2.- Evaluación de la viabilidad técnica y económica de sistemas de tracción para vehículos eléctricos.
- 3.- Especificación de un accionamiento eléctrico y del sistema de control para aplicaciones de ascensor.
- 4.- Especificación del accionamiento eléctrico para aplicaciones industriales, aplicaciones de bombero, propulsión marina, máquina herramienta y grúas.

Materia: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN

- 1.- Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y

generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito.

2.- Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo.

3.- Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación.

4.- Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos.

C5.- Conocer, comprender y analizar las diferentes formas de generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, innovando y mejorando respecto a sus características y capacidades actuales.

Materia : GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

1.- Entender y analizar la configuración eléctrica de los parques eólicos, así como conocer la física y mecánica de las aeroturbinas.

2.- Conocer y especificar las diferentes topologías eléctricas de aeroturbinas, teniendo en cuenta el generador, el convertidor y el diseño de la estrategia de control.

3.- Evaluar el grado de cumplimiento de las diferentes normativas que atañen a una aeroturbina para su conexión a la red eléctrica.

4.- Entender y analizar diferentes formas de generación de energía eléctrica a partir de las fuentes de energía renovables.

5.- Conocer y analizar innovadores conceptos de co-generación y micro-co-generación de energía.

Materia: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN

1.- Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito.

2.- Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo.

3.- Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación.

4.- Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos.

C6.- Conocer, comprender y analizar la red eléctrica, entendiendo y diseñando los equipos de apoyo necesarios que redunden en la mejora de la calidad y del suministro eléctrico, integrando y optimizando conceptos novedosos de eficiencia energética.

Materia : LA RED ELÉCTRICA

1.- Dominio de la estructura, elementos y operación del sistema de potencia eléctrico, y del funcionamiento del mercado eléctrico.

2.- Saber modelar el sistema eléctrico, y calcular tensiones y flujos de potencia.

3.- Saber analizar el sistema eléctrico de potencia ante fallos (simétricos y asimétricos) y diseñar adecuadamente las protecciones.

4.- Especificación del convertidor y diseño del control de los convertidores de

conexión a red eléctrica.

5.- Especificación de convertidores para aplicaciones FACTS, HVDC y mejora de la calidad de la energía eléctrica.

Materia: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN

1.- Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito.

2.- Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo.

3.- Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación.

4.- Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos.

C7. Gestionar y desarrollar proyectos de investigación, diseñando y planificando la realización de ensayos, conociendo la problemática asociada a la cadena de medida y las técnicas de tratamiento de resultados.

MATERIA: FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.- Definir y determinar el estado del arte al objeto de identificar la situación actual y las tendencias, y proponer actuaciones futuras identificando las hipótesis de trabajo, buscando, analizando y seleccionando las fuentes bibliográficas valiéndose de las Bases de Datos y portales más relevantes del ámbito de la Ingeniería; así como de los servicios de alertas electrónicas y de las fuentes de sumario electrónicos.

2.- Redactar textos de carácter científico y técnico sobre temas trabajados en el máster o en los proyectos de investigación realizados valiéndose de procesadores de documentos científicos y técnicos, argumentando las hipótesis de investigación, la metodología utilizada y las conclusiones extraídas.

3.- Utilizar software específico de simulación para la gestión de proyectos.

4.- Identificar y delimitar un proyecto de investigación tutelado.

MATERIA: TÉCNICAS INSTRUMENTALES Y NUMÉRICAS

1.- Caracterizar y definir los métodos de investigación científica.

2.- Conocer, comprender y utilizar las diferentes técnicas de análisis existentes.

3.- Conocer los elementos que constituyen los modelos de simulación y su relación con los lenguajes de programación y software de simulación.

4.- Modelar el comportamiento de sistemas reales mediante técnicas de simulación y analizar los resultados mediante técnicas estadísticas.

Materia: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN

1.- Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito.

2.- Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo.

3.- Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación.

4.- Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos.

C9. Razonar principios, teoría o modelos del área de la energía y la electrónica de potencia, de manera crítica y con visión global, y en base a los valores éticos y de respeto a las personas y al medio ambiente, aplicándolos a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares). Interpretar situaciones, datos, informes, y en general todo tipo de documentación susceptible de ser analizada, y relacionarlos con las teorías, principios, normas, y modelos del área de la energía y la electrónica de potencia.

TODAS LAS MATERIAS DEL TÍTULO

Además, los alumnos adquirirán las siguientes competencias transversales:

C10. Comunicar sus conocimientos, razonamientos y conclusiones a un público especializado y no especializado de un modo claro y sin ambigüedades.

TODAS LAS MATERIAS DEL TÍTULO

C11. Liderar equipos de trabajo de forma eficaz y eficiente para la consecución del objetivo común.

TODAS LAS MATERIAS DEL TÍTULO

C12. Analizar situaciones e informaciones complejas relacionadas con su área de estudio, valorar distintas alternativas de solución de problemas y tomar las decisiones más adecuadas en los contextos planteados tomando en cuenta las responsabilidades sociales y éticas que puedan derivarse de las mismas.

TODAS LAS MATERIAS DEL TÍTULO

C13. Identificar las oportunidades de desarrollo de nuevos productos y negocios, y priorizar y organizar los recursos humanos y materiales requeridos para la puesta en marcha de los mismos.

TODAS LAS MATERIAS DEL TÍTULO

IV. Acceso y Admisión

Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos de acogida accesibles y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación

La información requerida por los estudiantes para decidir qué y dónde estudiar (perfil, objetivos, competencias, requisitos de acceso, admisión, plan de estudios, etc.) se materializa a través de las siguientes acciones:

- Edición de catálogos del título
- Presentaciones públicas organizadas por MONDRAGON UNIBERTSITATEA
- Presencia en foros y ferias
- Difusión en la Web
- Jornadas de puertas abiertas
- Atención personalizada al alumno que lo solicita, sea presencial o virtual.
- Inscripción del alumno
- Automatricula en modo local o virtual.

Estas acciones se engloban en un plan de comunicación que contempla los objetivos que se pretenden, las acciones que se han planificado y su asignación presupuestaria, y los indicadores que medirán la eficacia de las acciones y el grado de cumplimiento de los objetivos.

Criterios de acceso y condiciones o pruebas de acceso especiales

ACCESO A LOS ESTUDIOS

- a) Podrán acceder a este máster –sin formación complementaria alguna- los alumnos que hayan cursado previamente los siguientes estudios y estén en posesión de alguno de los títulos universitarios españoles siguientes:
- Ingeniero/as Técnico/as Industriales, especialidad de Electricidad
 - Ingeniero/as Técnico/as Industriales, especialidad de Electrónica Industrial
 - Ingeniero/as de Electrónica
 - Ingeniero/as en Automática y Electrónica Industrial
 - Los alumnos en posesión de títulos de Grado y Másteres equivalentes a los enumerados
- b) Podrán acceder a este máster los alumnos en posesión de los siguientes títulos que se detallan a continuación, siempre que cursen –de no haberlo hecho antes las siguientes materias: Teoría de circuitos (6ECTS); Electrotecnia (6ECTS); Regulación automática (6ECTS); Microprocesadores (6ECTS) y Convertidores estáticos (6ECTS)
- Ingeniero Técnico de Minas
 - Ingeniero de Minas
 - Ingeniero Técnico de Telecomunicación
 - Ingeniero de Telecomunicación
 - Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas
 - Ingeniero en Informática
 - Ingeniero Técnico Naval
 - Ingeniero Naval y Oceánico
 - Licenciado en Náutica y Transporte Marítimo
 - Licenciado en Física
 - Ingeniero industrial
 - Los alumnos en posesión de títulos de Grado y Másteres equivalentes a los enumerados
- c) Podrán acceder los estudiantes en posesión de un título superior extranjero, expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de Máster. En este caso, se admitirá el acceso directo al Máster o el acceso con formación complementaria previa, en función de la equiparabilidad del título extranjero con los referidos en los apartados a) y b) anteriores.
- d) Podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la Universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a

enseñanzas de postgrado. En este caso, se admitirá el acceso directo al Máster o el acceso con formación complementaria previa, en función de la equiparabilidad del título extranjero con los referidos en los apartados a) y b) anteriores.

ADMISIÓN EN LOS ESTUDIOS

La admisión de los estudiantes se hará en función de los siguientes dos criterios: el currículo académico de los alumnos (formación previa acreditada) y su expediente académico.

No se establecen criterios de acceso ni condiciones o pruebas de acceso especiales.

Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

El procedimiento de acogida y orientación dirigido a los estudiantes una vez matriculados se fundamenta en la combinación de diversos mecanismos de información y orientación, y de atención próxima al alumno, entre los que destacamos lo siguientes:

- o *Acto Académico de presentación del nuevo curso a alumnos.*
- o *Reunión de toma de contacto, presentación de objetivos y orientación, con los alumnos.*
- o *Interacción alumno-profesor, y cauces para que los alumnos formulen sus dudas y tengan opción de mejorar su rendimiento en las asignaturas en clases de resolución carácter práctico.*
- o *Atención del profesorado fuera de horas lectivas para aclarar dudas o para orientarles en la ejecución de los trabajos individuales o de grupo que se les han encomendado.*
- o *Atención en Secretaría de Ingeniería y Secretaría Académica.*
- o *Sesiones informativas específicas a lo largo de todo el curso: orientación sobre los itinerarios formativos del título, sobre las opciones de internacionalización, sobre opciones de continuidad de estudios, etc.*
- o *Información, asesoramiento y asistencia en la formalización de trámites académico-administrativos, a los estudiantes que participen en programas de internacionalización.*
- o *Programa de becas y ayudas complementarias dirigido a los alumnos.*

Los mecanismos enumerados propician el apoyo y la orientación de los estudiantes una vez matriculados, y les orientan en el funcionamiento y organización en todo lo relacionado con los estudios que cursan y el proyecto educativo en el que participan.

Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la universidad

Marco normativo del sistema de reconocimiento y transferencia de créditos para el acceso y admisión de estudiantes con enseñanzas oficiales iniciadas en Mondragón Unibertsitatea o en otra Universidad

Primero.- Reconocimiento de créditos

Primero.1.) Se entiende por reconocimiento de créditos la aceptación de los créditos que, habiendo sido obtenidos por el alumno en unas **enseñanzas oficiales**, en Mondragón Unibertsitatea o en otra Universidad, se computen en las enseñanzas del Máster universitario en energía y electrónica de potencia, a los efectos de la obtención de un título oficial.

Esta Escuela Politécnica Superior podrá reconocer créditos por enseñanzas cursadas en otras Universidades o en otros títulos en función de la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las materias cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios, o bien si son de carácter transversal, siempre que la carga lectiva en créditos ECTS sea similar, a excepción de los créditos correspondientes al trabajo fin de máster.

Los créditos reconocidos según lo recogido en el apartado primero.1) serán calificados con calificaciones numéricas, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5 del R.D. 1125/2003, de 5 de septiembre.

El anexo I recoge el procedimiento que se seguirá para el reconocimiento de créditos a quienes estén en posesión del resto de títulos oficiales de Licenciado o Ingeniero y tengan opción de acceso al Máster en Energía y Electrónica de Potencia.

Primero. 2) Asimismo, podrán ser objeto de reconocimiento los créditos cursados **en enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de otros títulos**, a los que se refiere el artículo 34.1 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. En este caso el reconocimiento de estos créditos no incorporará calificación de los mismos por lo que no computarán a efectos de baremación del expediente.

Primero. 3) **La experiencia laboral y profesional acreditada** podrá ser también reconocida en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención del título de Máster universitario en energía y electrónica de potencia, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

a) El alumno deberá acreditar documentalmente la experiencia laboral, presentando:

- ✚ El extracto de la vida laboral actualizado.
- ✚ Certificación del director o responsable superior que dé fe de la experiencia profesional y/o laboral del solicitante en la que se harán constar mínimamente: la duración de la experiencia profesional, el ámbito laboral en el que se ha aplicado el solicitante y las características del desempeño laboral.
- ✚ Declaración realizada por el propio solicitante en la que exponga: la actividad profesional desarrollada, las competencias profesionales adquiridas mediante dicha actividad, los conocimientos adquiridos, y la(s) asignatura(s) para las que solicita el reconocimiento.

b) La unidad mínima de reconocimiento será la asignatura y las competencias a ellas asociadas, no pudiendo reconocerse unidades de ECTS que no constituyan una asignatura. Y los créditos correspondientes al trabajo fin de máster no podrán ser objeto de reconocimiento.

c) El tiempo de experiencia profesional requerido para el reconocimiento de créditos se ha establecido en función del nº de créditos asignados a las distintas asignaturas (a excepción de las prácticas en empresa) y el modo de dedicación a la actividad profesional desarrollada, plena o parcial, según se recoge a continuación:

UNIDADES DE RECONOCIMIENTO	Dedicación plena (equivalente al 100% de la actividad profesional desarrollada)	Dedicación parcial (equivalente al 50% de la actividad profesional desarrollada)
Unidad mínima de reconocimiento:		
Asignaturas de 3 ECTS (y las competencias asociadas)	12 meses	24 meses
Asignaturas de 3,5 ECTS (y las competencias asociadas)	14 meses	28 meses
Asignaturas de 4 ECTS (y las competencias asociadas)	16 meses	32 meses
Asignaturas de 4,5 ECTS (y las competencias asociadas)	18 meses	36 meses
Asignaturas de 5 ECTS (y las competencias asociadas)	20 meses	40 meses
Asignaturas de 5,5 ECTS (y las competencias asociadas)	22 meses	44 meses
Unidad máxima de reconocimiento:		
Asignaturas de 6 ECTS (y las competencias asociadas)	24 meses	48 meses

d) Podrán reconocerse créditos correspondientes a las prácticas en empresa, siempre que se acredite la adquisición de competencias del Máster, aunque dichas competencias no hayan podido ser asignadas a asignaturas concretas o la experiencia profesional no se haya considerado suficiente para reconocer todos los ECTS de la asignatura de que se trate en cada caso.

Para este reconocimiento de se requerirá la experiencia profesional, tal como se detalla a continuación:

UNIDADES DE RECONOCIMIENTO	
Unidad mínima: 3 ECTS	12 meses
Por cada 0,5 ECTS adicionales	2 meses
Unidad máxima: 18 ECTS	72 meses

Dedicación plena (equivalente al 100% de la actividad profesional desarrollada)

e) La solicitud escrita se completará con una entrevista con el interesado en la que el(los) profesor(es) de la(s) asignatura(s) contrastarán la adquisición, por parte del alumno, de los conocimientos y competencias del Máster para los que solicita el reconocimiento.

f) Los créditos reconocidos por la experiencia laboral y profesional no incorporarán ninguna calificación, por lo que no computarán a efectos de baremación del expediente.

El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral y de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior, en su conjunto, a 18 ECTS.

Segundo.- Transferencia de créditos

Se entiende por transferencia de créditos, la inclusión en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, de la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en Mondragón Unibertsitatea o en otra Universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

Tercero.- Expediente Académico

En el expediente académico del alumno se recogerán todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales, de Mondragón Unibertsitatea o de otra Universidad, para la obtención del título, sean transferidos, reconocidos o superados, indicando lo que corresponda en cada caso. Cuando se trate de créditos reconocidos, se hará constar la siguiente información referida a las enseñanzas de procedencia: la(s) universidad(es), las enseñanzas oficiales y la rama a la que estas se adscriben; las materias y/o asignaturas obtenidas y el nº de créditos, y la calificación obtenida. Esta última información se omitirá en el caso de los créditos reconocidos por la experiencia laboral o profesional.

Cuarto.- Suplemento Europeo al título

El Suplemento Europeo al Título expedido a los alumnos reflejará todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales, de Mondragón Unibertsitatea o de otra Universidad, para la obtención del título correspondiente, sean transferidos, reconocidos o superados, con las mismas especificaciones que se han determinado para el Expediente Académico.

Procedimiento para determinar el reconocimiento de créditos por la experiencia laboral y profesional.

El procedimiento para determinar el reconocimiento de créditos por la experiencia laboral y profesional se iniciará a instancia de la parte interesada, que deberá cumplimentar la solicitud correspondiente y aportar la documentación acreditativa que se le exige, tal como se recoge en el **Anexo II**.

TOMA DE DECISIONES PARA EL RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS POR LA EXPERIENCIA LABORAL

El equipo de título dispondrá de la siguiente información para decidir sobre el reconocimiento de créditos:

Documentación:

- ◆ La solicitud del interesado
- ◆ El extracto de la vida laboral actualizado.
- ◆ Certificación del director o responsable superior que dé fe de la experiencia profesional y/o laboral del solicitante en la que se harán constar mínimamente: la duración de la experiencia profesional, el ámbito laboral en el que se ha aplicado el solicitante y las características del desempeño laboral.
- ◆ Declaración realizada por el propio solicitante en la que exponga: la actividad profesional desarrollada, las competencias profesionales adquiridas mediante dicha actividad, los conocimientos adquiridos, y la(s) asignatura(s) para las que solicita el reconocimiento.
- ◆ Los méritos que lleve acumulados a lo largo de su experiencia laboral (Participación en proyectos de investigación, indicando su cometido en el mismo; Patentes; Publicaciones científicas en revistas especializadas; Participación como ponente en Congresos y Conferencias u Otros que el interesado considere relevantes)

Proceso:

- Primero.- El equipo de título analizará la información aportada por el solicitante y si fuera el caso, le pedirá que la complete.
- Segundo.- El alumno se entrevistará con el equipo de título en el que se contrastará la veracidad de la documentación y que las competencias han sido realmente adquiridas por el solicitante
- Tercero.- En función de la valoración que el equipo de título haga de esta entrevista de contraste y de la documentación analizada, determinará si es **reconocible la asignatura en su conjunto (alternativa 1)** o sólo **un nº determinado de créditos correspondientes a las prácticas (alternativa 2)**.

Criterios para el reconocimiento de asignaturas o créditos:

- a) Que el alumno cumpla el requisito relacionado con el tiempo de experiencia profesional requerido para el reconocimiento de créditos
- b) El reconocimiento de créditos podrá obtenerse por medio de la acumulación de distintos tipos de méritos si estos muestran –a juicio del equipo de título- el nivel científico-tecnológico exigido.

V. Planificación de la enseñanza

Distribución del plan de estudios en créditos ECTS por tipo de materia

Formación básica	0.0	Obligatorias	70.0
Optativas	20.0	Prácticas externas	0.0
Trabajo de fin de máster	30.0		

EXPLICACIÓN GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Con el fin de lograr los objetivos y competencias recogidos en los apartados anteriores, las enseñanzas se han estructurado en dos cursos, que suman 120 ECTS.

En el diseño del plan de estudios se ha dado especial importancia a la coordinación horizontal y vertical del plan de estudios, con el fin de garantizar el progreso coherente del alumno en las distintas disciplinas y evitar la existencia de vacíos, solapamientos y duplicidades.

Al objeto de evidenciar y dejar patente este objetivo primordial de coordinación que subyace en el plan de estudios, en el apartado 5.3. de la memoria se presentan **3 módulos**, atendiendo a la estructura semestral del plan de estudios; y se presentan y detallan **9 materias** correspondientes a la coordinación vertical.

Los módulos de coordinación horizontal engloban las materias que configuran el semestre. Con ellos se ilustra:

- la interrelación entre las materias que cursará paralelamente el alumno en esa unidad temporal; y la interdisciplinariedad que puede establecerse entre ellas para el desarrollo y resolución de problemas y proyectos que permitan al alumno la adquisición de competencias tanto técnicas como de carácter transversal. Por ello cada módulo lleva asociado un Proyecto-taller que profundiza en la adquisición de las competencias relacionadas con la temática central del módulo, aplicando la metodología POPBL (Project Oriented Problem Based Learning).
- El nº de créditos que debe cursar el alumno en cada semestre.
- Los 2 itinerarios formativos entre los que podrá elegir el alumno.

Con la coordinación vertical (materias) se da idea de la secuencia seguida en la profundización en los conocimientos y en el desarrollo de las competencias del Máster.

Tomados aisladamente el conjunto de módulos de coordinación horizontal por un lado, y el conjunto de materias de coordinación vertical por otro, se obtiene una visión parcial del plan de estudios. De ahí que se haya optado por presentar en esta memoria la información referida a ambos ejes de coordinación: porque la coordinación horizontal y la vertical se complementan mutuamente, dando pleno sentido al plan de estudios y a los objetivos y competencias que el Máster habrá alcanzado al finalizar los estudios.

Coordinación horizontal: Ordenación temporal y secuenciación de los módulos

El primer curso entero es común a todos los alumnos y se ha dividido en dos semestres agrupando las materias y asignaturas en dos módulos, uno por semestre:

Módulo I: Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia. (30 ECTS) (1er. semestre)

Módulo II: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones. (30 ECTS) (2º semestre)

El segundo curso se ha estructurado en torno a un **único módulo**:

Módulo III: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones II. (1er. y 2º semestres) (60 ECTS), con el que se han configurado dos itinerarios:

-  Itinerario A: especialización académica
-  Itinerario B: iniciación en tareas de investigación

Estructura del Máster:

1er. Curso (Común a todos los alumnos)	1er. semestre: Módulo I: Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia. (30 ECTS) 2º semestre: Módulo II: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones I. (30 ECTS)	
2º Curso	Módulo III: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones II. (Nota: Los alumnos deben elegir uno de los itinerarios ofertados)	Itinerario A: especialización académica 60 ECTS
		Itinerario B: iniciación en tareas de investigación 60 ECTS

Coordinación vertical: Materias del plan de estudios

Los conocimientos y competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo de Máster se han agrupado en las siguientes materias con el peso porcentual con respecto al total del plan de estudios que se detalla.

	Materias	Nº ECTS	% EN LA TITULACIÓN
COMUNES	Diseño, modelado y análisis de convertidores electrónicos de potencia	11	9,17%
	Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas	11	9,17%
	Tecnologías y principios avanzados de la energía eléctrica	13	10,83%
	Aplicaciones de tracción y accionamientos	13	10,83%
	Generación de la energía eléctrica mediante fuentes renovables	10	8,33%
	La red eléctrica	12	10,00%
ITINERARIO ACADÉMICO	Prácticas de profesionalización	50	41,67%
ITINERARIO INVESTIGACIÓN	Técnicas instrumentales y numéricas	6	5,00%
	Fundamentos metodológicos de la investigación	39	32,50%
	Aplicaciones de tracción y accionamientos	5	4,17%

PLAN DE ESTUDIOS

Con todo ello se ha configurado el siguiente plan de estudios:

PLAN DE ESTUDIOS									
Master Universitario en ENERGÍA Y ELECTRONICA DE POTENCIA									
1. er CURSO									
1er. Semestre:				2º Semestre:					
Módulo I: Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia.				Módulo II: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones I					
Materia	ASIGNATURA	TIPO	ECTS	Materia	ASIGNATURA	TIPO	ECTS		
	Diseño de convertidores electrónicos de potencia	OB	5		Almacenamiento de energía	OB	5		
	Análisis de convertidores electrónicos de potencia	OB	6		Tracción eléctrica ferroviaria	OB	5		
	Diseño de Máquinas Eléctricas	OB	6		Vehículo eléctrico	OB	4		
	Modelado y análisis de Máquinas Eléctricas	OB	5		Transporte vertical	OB	4		
	Accionamientos	OB	5		Generación de energía eólica	OB	6		
	Análisis térmico	OB	3		Generación, transporte y distribución de la energía eléctrica	OB	6		
	Total		30		Total		30		
2º CURSO									
3º Semestre:				4º Semestre:					
Módulo III: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones II				Módulo IV: TTRABAJO FIN DE MÁSTER					
A ELEGIR:	Materia	ASIGNATURA	TIPO	ECTS	A ELEGIR:	Materia	ASIGNATURA	TIPO	ECTS
COMUNES		Generación de energía mediante fuentes renovables y co-generación	OB	4	ITINERARIO ACADEMICO		TRABAJO FIN DE MÁSTER	TFM	30
		Aplicaciones de convertidores conectados a la red eléctrica	OB	6	ITINERARIO INVESTIGACIÓN		TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	TFM	30
ITINERARIO ACADEMICO		Prácticas en empresa	OP	20				Total	60
		Métodos cuantitativos para la investigación	OP	3					
		Modelización y simulación	OP	3					
ITINERARIO INVESTIGACION		Pautas metodológicas para la elaboración de una tesis doctoral	OP	3					
		Producción y redacción de textos científicos	OP	3					
		Gestión de Proyectos de investigación	OP	3					
		Aplicaciones Industriales	OP	5					
		Total		50					
Nota: Este módulo contiene 9 asignaturas posibles que suman 50 ECTS, con las que el alumno debe completar 30 ECTS.				Nota: Este módulo contiene 2 asignaturas posibles que suman 60 ECTS, con las que el alumno debe completar 30 ECTS.					

PROPUESTA COHERENTE Y FACTIBLE

Como podrá comprobarse en el apartado 5.3. los módulos/materias contemplan la dedicación de los estudiantes a las distintas actividades formativas que se han planificado para la consecución de las competencias, tal como corresponde al concepto de crédito ECTS.

Igualmente podrá comprobarse que en los módulos/materias se han previsto las competencias técnicas y de carácter transversal que el alumno adquirirá con el mismo, así como los resultados de aprendizaje previstos. A su vez estas competencias y resultados de aprendizaje tienen coherencia con los objetivos y funciones profesionales del título.

La coordinación horizontal y vertical de las materias configuran una propuesta coherente y factible que garantiza la adquisición de las competencias del título.

MECANISMOS DE COORDINACIÓN DOCENTE

El mecanismo de coordinación docente más importante es el trabajo en equipo de los profesores del título. El equipo de profesores (equipo de gestión del título) de cada semestre se constituye en un núcleo permanente de coordinación, y de debate y consenso de criterios, que realiza las siguientes funciones:

Antes de que comience el semestre:

- ◆ Planifica la organización académica, semana a semana, de los profesores del semestre.
- ◆ Planifica la dedicación -coordinada y equilibrada- del alumno, semana a semana (previendo tanto la dedicación en el horario lectivo como en el no lectivo): horas de teoría, de ejercicios, prácticas, POPBL que deben realizar.
- ◆ Establece el sistema de evaluación que se aplicará en el semestre.

- ◆ Informa a los alumnos de ambas cuestiones.

A lo largo del semestre:

- ◆ Se reúne quincenalmente con todo el equipo de profesores del título para verificar si se han cumplido las previsiones semanales y propone acciones de mejora.
- ◆ Informa a los alumnos de las cuestiones relacionadas con el desarrollo de las enseñanzas.
- ◆ Consensua los criterios de evaluación que se aplicarán.
- ◆ Lleva a cabo la docencia planificada.
- ◆ Evalúa a los alumnos según los criterios acordados.

Al término del semestre:

- ◆ Valora el desarrollo docente del semestre: analiza los problemas surgidos y propone acciones de mejora para presentarlas al equipo de coordinación del título.
- ◆ Analiza la tasa de rendimiento y éxito del semestre, y los datos acumulados. Si fuera el caso, propone acciones de mejora.
- ◆ Encuesta a los alumnos (por medio de encuestas o reunidos con algunos de ellos) sobre el nivel de satisfacción con respecto al desarrollo del semestre. Analiza las fortalezas y debilidades apuntadas por los alumnos y propone acciones de mejora para presentarlas al equipo de coordinación del título.

Observancia de las directrices del plan de estudios señaladas en el artículo 12 del R.D. 1393/2007

La propuesta que se presenta contempla las siguientes directrices:

- ✓ El plan de estudios consta de 120 ECTS, y en él se ha incluido toda la información teórica y práctica que el estudiante debe adquirir.
- ✓ Las enseñanzas concluyen con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de máster de 30 ECTS, esto es, dentro de los límites establecidos por el citado artículo.
- ✓ El presente título se adscribe a la rama de Ingeniería y Arquitectura.
- ✓ Se propone como título sin atribuciones profesionales.

Por todo lo expuesto en este epígrafe, entiende que la presente propuesta es congruente, coherente y factible; y respeta las directrices del artículo 12 del R.D. 1393/2007.

Prácticas externas

En el plan de estudios se han previsto 20 ECTS de Prácticas en Empresa asociadas al Trabajo Fin de Máster, **obligatorias** para los alumnos y las alumnas que opten por este itinerario académico. Dichas prácticas las realizarán en las empresas que se relacionan a continuación. Se trata de instituciones en las que los alumnos que cursan las enseñanzas actuales de Ingeniería Técnica en Electrónica Industrial e Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial vienen haciendo el Proyecto Fin de Carrera en los últimos 5 años:

RELACIÓN DE EMPRESAS CON ACUERDOS PARA PRÁCTICAS Y TFM

ALTUNA MDL, S.L.

AURRELAN,S.L.

AUTOMATISMOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

BATZ, S.COOP.LTDA.

CALDERERÍA SARRALLE, S.A.

CIDETEC-CENTRO DE TECNOLOGÍAS ELECTROQUÍMICAS

CIKAUTXO, S.COOP.

CONSONNI, S.COOP.

COPRECI

ELEVADORES GOIAN

EMBEGA

FAGOR ARRASATE

FAGOR EDERLAN, S.COOP.

FAGOR ELECTRODOMESTICOS (GARAGARTZA)

GAIKI, S.L.

GEYSER GASTECH, S.A.

IDEKO, S.COOP.

IKERLAN, S.COOP.

INGETEA TECHNOLOGY S.A.

LEAKO, S.A.

METALURGICA CERRAJERA MONDRAGON S.A.

MONDRAGON ASSEMBLY

MONDRAGON SISTEMAS DE INFORMACION (ANDOAIN)

NATRA - ZAHOR, S.A.U.

ORONA - EIC, S.Coop.

PIERBURG SA

SARRALLE

SMC ESPAÑA, S.A.

TRAINELEC

TRANTIC, S.L.

TUBOPLAST HISPANIA S.A. (MIÑANO)

ULMA C y E, S.COOP. (ULMA PACKAGING)

ULMA Manutención (Handling Systems)

Planificación y gestión de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida: Movilidad Erasmus o similar

❖ Acuerdos y convenios de colaboración activos

Esta Escuela acredita una larga tradición en la movilidad de estudiantes. Inicialmente los graduados accedían a Universidades extranjeras con el fin de proseguir estudios de segundo o ciclo y/o doctorados. En la actualidad la movilidad se ha integrado en el programa formativo, y los créditos cursados en las Universidades de destino son reconocidos a efectos curriculares.

En el título de Máster Universitario en energía y electrónica de potencia que nos ocupa, la movilidad se ha previsto en el 2º curso: bien para acumular créditos correspondientes a otras asignaturas de este curso, bien para realizar el Trabajo Fin de Máster (TFM), o con ambos fines.

En el marco del programa Erasmus y para el área de conocimiento de Electrónica en la actualidad existe movilidad con las siguientes Instituciones:

UNIVERSIDADES		
F TOULOUS12	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEUR D'ÉLECTROTECHN	FRANCIA
PL WROCLAW02	POLITECHNIKA WROCLAWSKA	POLONIA
N TRONDHE01	NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECH	NORUEGA
PL WARSZAW02	WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	POLONIA
F GRENOBL22	INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE	FRANCIA
SZ EPFL	ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE	SUIZA
F GRENOBL36	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS	FRANCIA
CZ BRNO01	VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNO	REPUBLICA CHECA
DK ALBORG01	AALBORG UNIVERSITET	DINAMARCA
I TORINO02	POLITECNICO DI TORINO	ITALIA
EMPRESAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN		
FAGOR BRANT	FAGOR BRANDT	FRANCIA
D AACHEN01	WZL AACHEN GMBH	ALEMANIA
D RISOE LAB.	RISOE NATIONAL LABORATORY	DINAMARCA
CT RU AREVA	AREVA T&D TECHNOLOGY CENTER	REINO UNIDO
OTROS PAÍSES NO INTEGRADOS EN LA UE		
UNIVERSIDAD		
M COALCO01	TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO	MEXICO

Se trata de listas abiertas que en los próximos años se ampliarán considerablemente, ya que el Proyecto Educativo en el ámbito de la energía y la electrónica de potencia contempla que el 90% de los alumnos realice una estancia en el extranjero a lo largo de los estudios de Grado o Máster.

❖ Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios

La planificación y gestión de la movilidad de los estudiantes corresponde al Departamento de Relaciones Internacionales. Brevemente, y de modo atemporal, se detallan las acciones planificadas para la gestión de la movilidad de estudiantes propios:

 Previsión número de plazas ERAMUS estudios: con la administración Pública (gestión de ayudas), y con las

Universidades (gestión de plazas disponibles).

- ✚ Previsión nº de plazas ERASMUS prácticas: con la administración Pública (gestión de ayudas), y con las empresas (gestión de plazas disponibles).
- ✚ Difusión entre el alumnado, de la oferta de internacionalización de años anteriores, y solicitud de cumplimentación de encuesta de intereses y preferencias.
- ✚ Tratamiento de la información resultante y asignación de plazas en función de las preferencias.
- ✚ Formalización trámites administrativos previos (Escuela Politécnica Superior, alumno y Universidad de destino).
- ✚ Estancia en el extranjero: Ajuste Learning Agreement (en el caso de Erasmus estudios).
- ✚ Reconocimiento y acumulación de créditos ECTS, una vez finalizado el período de formación en la Institución extranjera y a la vista de los resultados obtenidos en la Universidad de destino.

❖ **Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes de acogida**

- ✚ Determinación de la oferta académica para los estudiantes en acogida (asignaturas impartidas en castellano e inglés).
- ✚ Difusión de la oferta en la web
- ✚ Recepción de solicitudes de estudiantes de acogida
- ✚ Admisión de estudiantes de acogida
- ✚ Incorporación de estudiantes de acogida en esta EPS (presentación de la Institución y del entorno, ayuda en la gestión de alojamiento, asesoramiento académico sobre la pertinencia de las materias elegidas en función de la formación previa)
- ✚ Suscripción de los convenios y Learning Agreement
- ✚ Orientación, ayuda y apoyo a lo largo de su estancia.

❖ **Sistema de reconocimiento y acumulación de créditos ECTS.**

El Sistema de reconocimiento y acumulación de créditos de los estudiantes propios se basa en los siguientes presupuestos:

- ✚ Alumno y coordinador de título acuerdan qué materias/asignaturas cursará el alumno a lo largo de su estancia y qué materias se le reconocerán cuando se reincorpore a los estudios en esta Escuela.
- ✚ La propuesta se recoge en el Learning Agreement.
- ✚ El alumno puede proponer cambiar el Learning Agreement original, pero debe argumentar los motivos de dicha modificación.
- ✚ Si el coordinador de título considera suficientemente motivada la propuesta, admite la modificación.
- ✚ Cuando el alumno finaliza la estancia en el extranjero se le reconocen los créditos dejados de cursar en esta Escuela con una carga lectiva total en créditos similar a la que acredita haber obtenido en la Institución extranjera (según el Learning Agreement).
- ✚ Los créditos reconocidos según lo recogido en los apartados anteriores, serán calificados con calificaciones

numéricas, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 5 del R.D. 1125/2003, de 5 de septiembre. Las calificaciones de las materias correspondientes a los créditos reconocidos por estancias de movilidad será la media ponderada del producto entre la calificación obtenida por el alumno en cada una de las materias por el número de créditos asignado a cada una de ellas.

-  Como se ha indicado anteriormente, en el expediente académico del alumno se recogerán también los créditos reconocidos. En este caso se hará constar la siguiente información referida a las enseñanzas de procedencia: la(s) universidad(es), las enseñanzas oficiales y la rama a la que estas se adscriben; las materias y/o asignaturas obtenidas y el nº de créditos, y la calificación obtenida.
-  En el Suplemento Europeo al Título se harán constar expresamente, en apartado específico, las estancias de movilidad realizadas por el alumno: la(s) universidad(es), las enseñanzas oficiales y la rama a la que estas se adscriben; las materias y/o asignaturas obtenidas y el nº de créditos, y la calificación obtenida.

Planificación y gestión de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida: Acuerdos de Doble Diploma

ACUERDO DE DOBLE DIPLOMA CON ENSEEIHT de Toulouse (École Nationale Supérieure d'Électronique, d'Électrotechnique, d'Informatique, d'Hydraulique, et des Télécommunications)

Se ha previsto el establecimiento de un acuerdo de Doble Diploma con la École Nationale Supérieure d'Électronique, d'Électrotechnique, d'Informatique, d'Hydraulique, et des Télécommunications de Toulouse (ENSEEIH) con el fin de que los alumnos y alumnas que culminen los estudios obtengan los siguientes títulos oficiales:

- Por parte de MONDRAGON UNIBERTSITATEA: Máster universitario en energía y electrónica de potencia
- Por parte del ENSEEIHT de Toulouse: Master Nouvelles Technologies de l'Energie
- Por parte del ENSEEIHT de Toulouse: Diplôme d'Ingénieur

A lo largo de este epígrafe se expone el marco normativo establecido para el doble Diploma. En primer lugar, detallando lo que concierne a los alumnos de la EPS; en segundo, a los alumnos del ENSEEIHT de Toulouse.

Alumnos de la EPS

A continuación se exponen: a) los requisitos exigidos por el ENSEEIHT a los alumnos que cursen esta oferta formativa b) los requisitos exigidos por esta Escuela Politécnica Superior; c) el itinerario formativo; y d) la planificación de las estancias en cada una de las Instituciones.

A) Doble Diploma: Máster universitario en energía y electrónica de potencia - Master Nouvelles Technologies de l'Energie

a) Requisitos exigidos por el ENSEEIHT:

- REQUISITOS DE ADMISIÓN EN EL DOBLE DIPLOMA:
 - 1) Haber cursado y superado los 60 ECTS del 1er. curso del Máster universitario en energía y electrónica de potencia de MONDRAGON UNIBERTSITATEA.
 - 2) Acreditar el nivel B2 (del Marco de referencia del Consejo de Europa), o equivalente, de Francés.
- REQUISITOS DE ESTANCIA PARA OBTENER EL TÍTULO Master Nouvelles Technologies de l'Energie: Cursar un año académico en la institución francesa ENSEEIHT.

b) Requisitos exigidos por MONDRAGON UNIBERTSITATEA:

- REQUISITOS DE ADMISIÓN EN EL DOBLE DIPLOMA: Los especificados en el capítulo IV de esta memoria, que son los requisitos generales de acceso al Máster universitario en energía y electrónica de potencia.

- REQUISITOS DE ESTANCIA PARA OBTENER EL TÍTULO DE MONDRAGON UNIBERTSITATEA: Cursar en la EPS el 1er. Curso del Máster universitario en energía y electrónica de potencia.

c) Itinerario Formativo que cursarán los alumnos de esta Escuela Politécnica Superior:

c.1. Para obtener el título 'Máster universitario en energía y electrónica de potencia' por Mondragon Unibertsitatea al amparo del acuerdo de Doble Diploma, los alumnos deberán cursar el 1er. curso de dicho Máster en esta Escuela Politécnica Superior:

1. er CURSO			2º Semestre:		
1er. Semestre:			Módulo II: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones I		
Módulo I: Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia	TIPO	ECTS	ASIGNATURA	TIPO	ECTS
Diseño de convertidores electrónicos de potencia	OB	5	Almacenamiento de energía	OB	5
Análisis de convertidores electrónicos de potencia	OB	6	Tracción eléctrica ferroviaria	OB	5
Diseño de Máquinas Eléctricas	OB	6	Vehículo eléctrico	OB	4
Modelado y análisis de Máquinas Eléctricas	OB	5	Transporte vertical	OB	4
Accionamientos	OB	5	Generación de energía eólica	OB	6
Análisis térmico	OB	3	Generación, transporte y distribución de la energía eléctrica	OB	6
	Total	30		Total	30

c.2. Para obtener el título 'Master Nouvelles Technologies de l'Energie' por el ENSEEIHT al amparo del acuerdo de Doble Diploma, los alumnos deberán cursar las siguientes materias en aquella institución:

		Semestre 1		Semestre 2		
		Matière	ECTS	Matière	ECTS	
Core science courses		Vibration des structures industrielles	3			
		Machines Thermiques	3			
		Matériaux	3			
		Modélisation et Simulation système	3			
		Total	12			
Modules spécialisation	Conception et Génie Industriel	Gestion de production	3			
		Modélisation des Flux et Simulation	3			
		Projet 5 GI / Maintenance Industrielle	3			
		Techniques spéciales	3			
		Total	12			
	Conception Mécanique Assistée par Ordinateur	Plaques et coques / mécanique non linéaire	3			
		Conception optimale	3			
		Plan d'expérience	3			
		Méthodes de conception	3			
		Total	12			
Conception et Energétique	Mécanique des fluides compressibles / Microfluidique	3				
	Energie Nucléaire / BE Numérique	3				
	Energie Solaire / BE Numérique	3				
	TURBOMACHINES	3				
	Conception structure composite Energétique	3				
	Total	15				
Formation transversale	Psychologie sociale - Gestion des Ressources Humaines	3				
	Anglais de spécialité	3				
	Modules d'ouverture	3				
	Activités physiques et sportives	3				
	Total	12				
				Tronc Commun	Stage de fin d'étude	30
					Total	30

d) Planificación de las estancias requeridas para el itinerario Formativo que cursarán estos alumnos al amparo del Doble Diploma:

Master	2º	ENSEEIH	☑
	1º	MU-EPS	☑

Grado	4º	MU-EPS ₁	☑
	3º	MU-EPS ₁	☑
	2º	MU-EPS ₁	☑
	1º	MU-EPS ₁	☑

MU-EPS₁.-En MU-EPS u otra institución nacional

B) Doble Diploma: Máster universitario en energía y electrónica de potencia - Diplôme d'Ingénieur

a) Requisitos exigidos por el ENSEEIHT:

- REQUISITOS DE ADMISIÓN EN EL DOBLE DIPLOMA:

- 1) Haber cursado y superado los 60 ECTS del 1er. curso del Máster universitario en energía y electrónica de potencia de MONDRAGON UNIBERTSITATEA.
- 2) Acreditar el nivel B2 (del Marco de referencia del Consejo de Europa), o equivalente, de Francés.

- REQUISITOS DE ESTANCIA PARA OBTENER EL TÍTULO Diplôme d'Ingénieur: Cursar dos años académicos en la institución francesa ENSEEIHT.

b) Requisitos exigidos por MONDRAGON UNIBERTSITATEA:

- REQUISITOS DE ADMISIÓN EN EL DOBLE DIPLOMA: Los especificados en el capítulo IV de esta memoria, que son los requisitos generales de acceso al Máster universitario en energía y electrónica de potencia.

- REQUISITOS DE ESTANCIA PARA OBTENER EL TÍTULO DE MONDRAGON UNIBERTSITATEA: Cursar el 1er. Curso del Máster universitario en energía y electrónica de potencia en la EPS.

c) Itinerario Formativo que cursarán los alumnos de esta Escuela Politécnica Superior:

c.1. Para obtener el título 'Máster universitario en energía y electrónica de potencia' por Mondragon Unibertsitatea al amparo del acuerdo del Doble Diploma, los alumnos deberán cursar el 1er. curso de dicho Máster en esta Escuela Politécnica Superior:

1. er CURSO			2º Semestre:		
1er. Semestre:			Módulo II: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones I		
Módulo I: Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia	TIPO	ECTS	ASIGNATURA	TIPO	ECTS
Diseño de convertidores electrónicos de potencia	OB	5	Almacenamiento de energía	OB	5
Análisis de convertidores electrónicos de potencia	OB	6	Tracción eléctrica ferroviaria	OB	5
Diseño de Máquinas Eléctricas	OB	6	Vehículo eléctrico	OB	4
Modelado y análisis de Máquinas Eléctricas	OB	5	Transporte vertical	OB	4
Accionamientos	OB	5	Generación de energía eólica	OB	6
Análisis térmico	OB	3	Generación, transporte y distribución de la energía eléctrica	OB	6
	Total	30		Total	30

c.2. Para obtener el título 'Diplôme d'Ingénieur' por el ENSEEIHT al amparo del acuerdo de Doble Diploma, los alumnos deberán cursar las siguientes materias en aquella institución:

		Semestre 1		Semestre 2	
		Matière	ECTS	Matière	ECTS
Tronc commun	Conception systémique et Ecoconception	Conception et analyse de	8	Stage de fin	30
		Modélisation systémique en Bond Graph			
		Commande optimale			
		Conception par optimisation			
		Ecoconception, ACV, gestion de projet			
		CO2, séquestration			
		Bureau d'études et Recherches "Conception procédés"			
		Bureau d'études et Recherches "Bond Graph Actionneur EHA"			
		CO2, séquestration			
		Total			
	Composants électrochimiques	Composants électrochimiques	5	Total	30
		Bases de l'électrochimie			
		Interfaces électroliées, électrocatalyse			
		Bureau d'études et Recherches "Piles à combustibles"			
		Total			
	Réseaux électriques et hybridation	Réseaux électriques et conversion statique	5	Total	30
		Réseaux de contrôle et embarqués			
		Hybridation énergétique des systèmes			
		Systèmes hybrides			
		Bureau d'études et Recherches "Systèmes énergétiques"			
Total	5				
Energies renouvelables	Systèmes photovoltaïques	5	Total	30	
	Systèmes éoliens				
	Systèmes à biocombustibles				
	Bureau d'études et Recherches "Systèmes à biocombustibles"				
	Total				5
Formation générale	Processus d'Intégration des Edits et d'Accompagnement des Edits	12	Total	30	
	Anglais				
	Total				12

Y haber cursado previamente el 4º curso de GRADO en el ENSEEIHT.

- d) Planificación de las estancias requeridas para el itinerario Formativo que cursarán estos alumnos al amparo del Doble Diploma:

Máster	2º	ENSEEIHT
	1º	MU-EPS

Grado	4º	ENSEEIHT
	3º	MU-EPS ₁
	2º	MU-EPS ₁
	1º	MU-EPS ₁

EPS₁.-En-EPS u otra institución nacional

Alumnos del ENSEEIHT de Toulouse

A continuación se exponen: a) los requisitos exigidos por el ENSEEIHT de Toulouse a los alumnos que cursen esta oferta formativa b) los requisitos exigidos por esta Escuela Politécnica Superior; c) el itinerario formativo; y d) la planificación de las estancias en cada una de las Instituciones.

A) Doble Diploma: Máster universitario en energía y electrónica de potencia - Diplôme d'Ingénieur

a) Requisitos exigidos por el ENSEEIHT de Toulouse:

- REQUISITOS DE ADMISIÓN EN EL DOBLE DIPLOMA:

1) Haber cursado y superado 1º, 2º, 3º y 4º del Diplôme D'Ingénieur del ENSEEIHT

- REQUISITOS DE ESTANCIA PARA OBTENER EL TÍTULO Diplôme d'Ingénieur: Haber cursado y superado 1º, 2º, 3º y 4º del Diplôme D'Ingénieur del ENSEEIHT.

b) Requisitos exigidos por esta MONDRAGON UNIBERTSITATEA:

- REQUISITOS DE ADMISIÓN EN EL DOBLE DIPLOMA:

A) Tener cursados y superados 240 ECTS de 1º, 2º, 3º y 4º del Diplôme D'Ingénieur del ENSEEIHT.

B) Acreditar el nivel B2 (del **Marco de referencia del Consejo de Europa**), o equivalente, de Español.

- REQUISITOS DE ESTANCIA PARA OBTENER EL TÍTULO DE MONDRAGON UNIBERTSITATEA: Cursar el 1er. y 2º Cursos; esto es, el Máster universitario en energía y electrónica de potencia de MONDRAGON UNIBERTSITATEA íntegramente.

c) Itinerario Formativo que cursarán los alumnos del ENSEEIHT:

Para obtener el título 'Máster universitario en energía y electrónica de potencia' por Mondragon Unibertsitatea al amparo del acuerdo del Doble Diploma, **los alumnos deberán cursar el Máster completo de esta Escuela Politécnica Superior.**

1. er CURSO			2º Semestre:		
1er. Semestre:			Módulo II: Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones I		
Módulo I: Diseño, modelado y análisis de máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia	TIPO	ECTS	ASIGNATURA	TIPO	ECTS
Diseño de convertidores electrónicos de potencia	OB	5	Almacenamiento de energía	OB	5
Análisis de convertidores electrónicos de potencia	OB	6	Tracción eléctrica ferroviaria	OB	5
Diseño de Máquinas Eléctricas	OB	6	Vehículo eléctrico	OB	4
Modelado y análisis de Máquinas Eléctricas	OB	5	Transporte vertical	OB	4
Accionamientos	OB	5	Generación de energía eólica	OB	6
Análisis térmico	OB	3	Generación, transporte y distribución de la energía eléctrica	OB	6
	Total	30		Total	30
2º CURSO			4º Semestre:		
3º Semestre:			Módulo IV: TTRABAJO FIN DE MÁSTER		
Módulo III: : Generación de energía, la red eléctrica y análisis de aplicaciones II	TIPO	ECTS	ASIGNATURA	TIPO	ECTS
Generación de energía mediante fuentes renovables y co-generación	OB	4	TRABAJO FIN DE MÁSTER	TFM	30
Aplicaciones de convertidores conectados a la red eléctrica	OB	6	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	TFM	30
Prácticas en empresa	OP	20		Total	60
Métodos cuantitativos para la investigación	OP	3			
Modelización y simulación	OP	3			
Pautas metodológicas para la elaboración de una tesis doctoral	OP	3			
Producción y redacción de textos científicos	OP	3			
Gestión de Proyectos de investigación	OP	3			
Aplicaciones Industriales	OP	5			
	Total	50			

d) Planificación de las estancias requeridas para el itinerario Formativo que cursarán estos alumnos al amparo del Doble Diploma:

Máster	2º	ENSEEIH ^T
	1º	MU-EPS

Grado	4º	ENSEEIH ^T
	3º	MU-EPS ₁
	2º	MU-EPS ₁
	1º	MU-EPS ₁

EPS₁- En EPS u otra institución nacional

Gestión de la movilidad del estudiante:

El proceso MFRME.- Gestión de la movilidad del estudiante, del Sistema de Garantía Interna de la Calidad de esta Escuela Politécnica Superior, recoge la secuencia de acciones que se requieren para la gestión de la movilidad de los estudiantes, entre las que se encuentran las siguientes:

- Información de la oferta: Dobles Diplomas existentes, nº de plazas ofertadas, requisitos, conocimiento de idiomas requeridos...
- Formación previa en el idioma extranjero (cuando se requiera).
- Selección de los alumnos
- Ayuda y apoyo en los trámites

Seguimiento.- El Equipo de Relaciones Internacionales (RRII) de esta Escuela Politécnica Superior velará por el cumplimiento de los programas y del convenio en los términos establecidos; así como por los resultados (no estrictamente académicos) del Doble Diploma.

Derecho a título.- Tal como se prevé a lo largo del convenio entre ambas Instituciones, los alumnos que cursen estudios al amparo de este Doble Diploma **obtendrán los títulos referidos cuando superen la formación exigida por ambas Instituciones**. Si el alumno que ha iniciado estudios de Doble Diploma no llegara a completarlos, podrá reorientar su formación con el fin de obtener uno de los títulos de cualquiera de las Instituciones.

En el anexo III se ha recogido el compromiso de ambas Instituciones de firmar el convenio de Doble Diploma si se concede a MONDRAGON UNIBERTSITATEA del título Máster en energía y electrónica de potencia.

Descripción de los módulos y/o materias

Descripción de las materias

Materia 1

Denominación de la materia	Créditos ECTS, carácter	
DISEÑO, MODELADO Y ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	11 créditos ECTS (275 horas)	
	OBLIGATORIA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:		
Todas las asignaturas de esta materia se concentran en el 1 ^{er} semestre del 1 ^{er} curso		
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA		
<u>COMPETENCIAS:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensionar y diseñar eléctricamente los diferentes elementos que componen el convertidor. 2. Analizar el comportamiento térmico del convertidor. 3. Construir y materializar el convertidor. 4. Evaluar el grado de cumplimiento de las diferentes normativas que atañen a un convertidor. 5. Diseñar e innovar sobre las técnicas de modulación de un convertidor, con el objetivo de optimizar su funcionamiento y prestaciones. 		
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir los valores eléctricos y sus calibres de potencia de snubbers, protecciones, semiconductores, etc... 2. Realizar el análisis térmico conjunto y separado de los diferentes elementos que componen el convertidor (semiconductor, refrigerador, etc...). 3. Diseñar y analizar el dimensionado mecánico y ensamblado de los diferentes elementos que componen el convertidor electrónico de potencia, atendiendo a los diferentes criterios constructivos existentes (aislamientos, térmicos, localización de cableados, distancia entre elementos, etc...). 4. Realizar el estudio normativo del convertidor electrónico de potencia. 5. Comprender el funcionamiento de diferentes topologías avanzadas de convertidores y de sus modulaciones asociadas. 6. Conocer e implementar técnicas avanzadas de modulación para diferentes topologías de convertidores. 		
REQUISITOS PREVIOS		
No se han establecido		
Asignatura 1	Asignatura 2	
DISEÑO DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	
5 ECTS	6 ECTS	
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (3,2 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5) ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (1,7 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5) ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1,5 ECTS) (en especial, competencias 2, 4 y 5) ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,3 ECTS) (en especial, competencias 2, 3 y 4) 		

- ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 2 y 3).
- ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (2,2 ECTS). (todas las competencias)
- ✓ Pruebas y exámenes. (0,3 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5)
- ✓ Estudio Individual. (1,7 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5)

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: DISEÑO DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

1.- Especificaciones de partida.

2.- Dimensionado eléctrico

- Estudio de los semiconductores y la conmutación.
 - High power semiconductor devices (IGBT, IGCT, IEGT, Thyristors, etc).
 - Estudio de Drivers.
 - Elementos de apoyo a la conmutación, Snubbers.
 - Serialización y paralelización de semiconductores.
 - Protecciones
- Componentes pasivos: bus DC, filtros L, filtros LC, crowbar, bus bar, link DC.
- Sensorización y protecciones (Selección e integración en el convertidor, Corriente, Tensión, Temperaturas)
- Lay-out del convertidor completo (precarga, contactores, protecciones, potencia, filtros).

2.- Dimensionado térmico.

- Análisis de pérdidas en semiconductores, componentes pasivos y lay-out (secciones de cable).
- Diseño térmico del disipador de calor y selección de componentes pasivos atendiendo al criterio térmico.
- Selección del sistemas de refrigeración (convección natural, aire, agua, heat-pipe).
- Evacuación del calor al ambiente.

3.- Dimensionado mecánico:

- Envolvente (IPxx..., volumen,)
- Sistema mecánico y metodología de apriete de los stacks/módulos de potencia.
- Disposición del lay-out dentro de la envolvente
- Criterios de aislamiento.

4.- Normativa

- Normas de Compatibilidad Electromagnética
- Normas de aislamiento eléctrico
- Normas referidas a la envolvente
- Normas de vibraciones (transporte)
- Normas de condiciones climáticas
- Ensayos en laboratorio

[1] Williams, Tim "EMC for Product Designers" Elsevier.

Asignatura 2: ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

1.- Análisis de topologías de convertidor VSC:

- Two level converter (topology & PWM-SVM modulation).
- Diode Clamped Multilevel Converters (topology & PWM-SVM modulation).
- Cascaded Multilevel Converters (topology & PWM-SVM modulation).
- Flying capacitor Multilevel Converter (topology & PWM-SVM modulation).
- Hibrid Multilevel converter topologies (topology & PWM-SVM modulation).
- Matrix Converters (topology & PWM-SVM modulation).
- Modular Multilevel Converters (topology & PWM-SVM modulation).

2.- Análisis de topologías de convertidor CSI:

- Clasico (topología & PWM-SVM modulation).
- Topologías Multilevel.

3.- Técnicas avanzadas de modulación:

- Sobre-modulación.
- Cancelación selectiva de armónicos.
- Otros.

[1] B. Wu, "High Power Converters and AC Drives." Wiley Science.

[2] D.G. Holmes, T.A. Lipo, "Pulse width modulation for power converters." Wiley Science.

Materia 2

Denominación de la materia	Créditos ECTS, carácter	
DISEÑO, MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	11 créditos ECTS (275horas)	
OBLIGATORIA		
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:		
Todas las asignaturas de esta materia se concentran en el 1 ^{er} semestre del 1 ^{er} curso		
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA		
<u>COMPETENCIAS:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar diseños de máquina ajustadas a los requisitos específicos de cada aplicación con unas prestaciones electromagnéticas y térmicas óptimas. 2. Adquirir conocimiento sobre las nuevas tendencias en el diseño y construcción de máquinas eléctricas en referencia a los procesos de fabricación, nuevos materiales de altas prestaciones y nuevas herramientas de diseño. 3. Adquirir conocimiento y destreza en la utilización de diferentes herramientas de diseño y análisis de máquinas eléctricas. 4. Adquirir el conocimiento de una metodología para el diseño de máquinas eléctricas. 5. Desarrollar el modelado electromagnético-dinámico de diferentes máquinas eléctricas. 		
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir y dimensionar las características de los elementos (número de bobinados, material de los imanes, dimensiones, etc...) que componen una máquina. 2. Optimizar electromagnéticamente el diseño de máquina en elementos finitos. 3. Evaluar las prestaciones de las máquinas y obtener los parámetros característicos mediante análisis en elementos finitos. 4. Dimensionar y diseñar térmicamente las máquinas eléctricas. 5. Simular las máquinas eléctricas en MOTOR-CAD. 6. Seleccionar los materiales adecuados en función de los requerimientos establecidos para cada diseño de máquina. 7. Aplicar la metodología de diseño de máquinas de una forma coherente optimizando los recursos disponibles 8. Estimar on-line / off-line los parámetros de las máquinas eléctricas mediante observadores. 9. Ser capaz de plantear ecuaciones diferenciales con diferentes grados de precisión, que rigen el comportamiento electromagnético-dinámico de diferentes topologías de máquinas eléctricas. 		
REQUISITOS PREVIOS		
No se han establecido		
Asignatura 1	Asignatura 2	
DISEÑO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	
6 ECTS	5 ECTS	
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (3,2 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5) ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (1,7 ECTS) (todas las competencias) ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1,5 ECTS) (todas las competencia) ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,3 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 3 y 4) ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 2, 3 y 4). ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (2,2 ECTS). (todas las competencias) ✓ Pruebas y exámenes. (0,3 ECTS). (en especial, competencias 1, 4 y 5) ✓ Estudio individual. (1,7 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5) 		

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: DISEÑO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- 1.- Diseño y dimensionado de los circuitos magnéticos del rotor y del estator.
- 2.- Análisis de diferentes tipos de devanados: enteros/fraccionales, concéntricos/imbricados, concentrados, etc.
- 3.- Análisis de materiales magnéticos: chapas eléctricas, imanes permanentes, materiales magnéticos de última generación como los Soft Magnetic Composites (SMC).
- 4.- Optimización del diseño electromagnético y evaluación de las prestaciones de la máquina mediante elementos finitos.
- 5.- Dimensionado térmico de máquinas eléctricas.
- 6.- Metodología para el diseño de máquinas síncronas de imanes permanentes.

[1] Jacek F. Gieras, Mitchell Wing, "Permanent Magnet Motor Technology", Marcel Dekker.

[2] J.R. Hendershot Jr, TJE Miller, "Design of Brushless Permanent Magnet Motors", Oxford Science

[3] Dr Duane Hanselman, "Brushless Permanent Magnet Motor Design", The Writer's Collective

[4] Essam S. Hamdi, "Design of Small Electrical Machines", WILEY

[5] Philip Beckley, "Electrical Steels for Rotating Machines", The Institution of Electrical Engineers

[6] David Jiles, "Introduction to Magnetism and Magnetic Materials", Chapman & Hall

Asignatura 2: MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- 1.- Caracterización de máquinas en elementos finitos y obtención de los parámetros para el modelado.
- 2.- Estimación on-line/off-line de parámetros.
- 3.- Estimadores y observadores de flujo
- 4.- Modelado electromagnético-dinámico de diferentes topologías de máquina:
 - Máquinas de inducción
 - Máquinas síncronas con excitación auxiliar
 - Máquinas síncronas de imanes permanentes en varias configuraciones (radial, axial, outer rotor)
 - Máquinas síncronas de imanes permanentes directamente alimentadas por la red
 - Máquinas doblemente alimentadas

- BLDC
- Máquinas reluctantes

[1] I. Boldea, S.A. Nasar, "The induction machine handbook." CRC Press.

[2] I. Boldea, "Variable Speed Generators" CRC Press. Taylor & Francis.

[3] A. Veltman, Duco W.J. Pulle, "Fundamentals of Electrical Drives", Springer.

[4] Ion Boldea "Synchronous Generators The Electric Generators Handbook".

Materia 3

Denominación de la materia		Créditos ECTS, carácter	
TECNOLOGÍAS Y PRINCIPIOS AVANZADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA		13 créditos ECTS (325 horas)	
		OBLIGATORIA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:			
Las asignaturas ACCIONAMIENTOS y ANÁLISIS TÉRMICO se imparten en el 1er. semestre del 1er. Curso y la asignatura ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA se imparte en el 2º semestre del 1er. Curso			
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA			
<u>COMPETENCIAS:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dominio y aplicación de técnicas de control avanzadas máquinas eléctricas de corriente alterna (AC). 2. Diseño de nuevas técnicas de control para máquinas AC. 3. Especificación de un sistema de almacenamiento y los circuitos asociados. 4. Evaluación de la viabilidad técnica y económica de una solución basada en almacenamiento. 5. Especificación y selección de sistemas de evacuación de calor para convertidores electrónicos y máquinas eléctricas. 			
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar estrategias avanzadas de control para máquinas AC 2. Implementar algoritmos de control en tiempo real para máquinas AC 3. Validar mediante simulación y experimentación las prestaciones de controles avanzados de máquinas AC. 4. Dimensionar sistemas de almacenamiento. 5. Seleccionar dispositivos de almacenamiento en función de las especificaciones de la aplicación 6. Calcular el calentamiento de máquinas eléctricas y de convertidores de potencia ante condiciones reales de funcionamiento en la aplicación 7. Calcular distintos dispositivos de evacuación de calor (intercambiadores aire-aire, agua-aire, heat-pipe). 			
REQUISITOS PREVIOS			
No se han establecido			
Asignatura 1	Asignatura 2	Asignatura 3	
ACCIONAMIENTOS	ANÁLISIS TÉRMICO	ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	
5 ECTS	3 ECTS	5 ECTS	
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (3,7 ECTS). (en especial, competencias 1, 3, 4 y 5) ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (2 ECTS) (todas las competencias) ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1,8 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5) ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,4 ECTS) (en especial, competencias 1, 3 y 5) ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 4 y 5). ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (2,7 ECTS). (todas las competencias) ✓ Pruebas y exámenes. (0,3 ECTS). (todas las competencias) ✓ Estudio Individual. (2 ECTS). (en especial, competencias 1, 3, 4 y 5) 			

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: ACCIONAMIENTOS

- 1.- Control vectorial.
 - Máquinas síncronas.
 - Máquinas asíncronas.
 - Máquinas doblemente alimentadas.
- 2.- Técnicas directas de control (DTC, DPC y DSC).
 - Máquinas síncronas.
 - Máquinas asíncronas.
 - Máquinas doblemente alimentadas.
- 3.- Controles predictivos de máquinas AC.
 - Consideraciones generales.
 - Estructura de control general.
- 4.- Control de máquinas reluctantes.
 - Control vectorial.
 - Control directo (DTC).
- 5.- Control adaptativo de máquinas AC.
 - Consideraciones generales.
 - Control con estimación de parámetros on-line.
- 6.- Control Sensorless de máquinas AC.
- 7.- Debilitamiento de flujo de máquinas AC.
 - Estrategia de flujo general atendiendo a la aplicación.
 - Estrategia de debilitamiento a altas velocidades.
- 8.- Diferentes tipos de cargas.

- [1] I. Boldea, S.A. Nasar, "Vector control of AC drives." CRC Press.
 [2] W. Leonhard, "Control of electrical drives". Springer-Verlag.
 [3] P. Vas, "Sensorless Vector and Direct Torque Control." Oxford University Press.
 [4] B. K. Bose, "Power Electronics and Drives." Elsevier.
 [5] M. P. Kazmierkowski, R. Krishnan, F. Blaabjerg, "Control in Power Electronics." Academic Press.

Asignatura 2: ANALISIS TERMICO

- 1.- Teoría general de la transferencia de calor.
- 2.- Fluido-dinámica.
- 3.- Dispositivos de evacuación de calor en convertidores.
- 4.- Dispositivos de evacuación de calor en máquinas.

- [1] J.P. Holman "Transferencia de Calor", ISBN 0-07-0229618-9. McGraw Hill. 2003.
 [2] E.S. Hamdi, "Design of small electrical machines", ISBN 047952028. John Wiley & Sons. 1994
 [3] Mohan, Undeland, Robbins, "Power Electronics", Wiley Science.

Asignatura 3: ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

1.- Baterías.

- Tipos de baterías.
- Ciclos de carga y descarga.
- Topologías de convertidor asociadas.
- Criterios de dimensionado.
- BMS y ecualización

2.- Ultracapacidades.

- Ciclos de carga y descarga.
- Topologías de convertidor asociadas.
- Criterios de dimensionado.
- VMS y ecualización.

4.- Fly-Wheels.

5.- Otros: SMES, Fuel Cells, aire comprimido, hidrógeno, Almacenamiento térmico, Centrales de bombeo.

[1] T.R. Trompton, "Battery reference book", Elsevier.

Materia 4

Denominación de la materia		Créditos ECTS, carácter	
APLICACIONES DE TRACCIÓN Y ACCIONAMIENTOS		18 créditos ECTS (450 horas)	
		MIXTA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:			
Las asignaturas 1, 2 y 3 se imparten en el 2º semestre del 1er Curso y la asignatura 4 se imparte en el 1º semestre de 2º curso			
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA			
<u>COMPETENCIAS:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificación de una unidad de tracción ferroviaria 2. Evaluación de la viabilidad técnica y económica de sistemas de tracción para vehículos eléctricos 3. Especificación de un accionamiento eléctrico y del sistema de control para aplicaciones de ascensor 4. Especificación del accionamiento eléctrico para aplicaciones industriales, aplicaciones de bombero, propulsión marina, máquina herramienta y grúas 			
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer las características de funcionamiento de los sistemas de tracción ferroviarios 2. Analizar las distintas topologías de las unidades de tracción ferroviaria (electrónica de potencia y máquina eléctrica) 3. Conocer las características de funcionamiento de los vehículos eléctricos 4. Analizar los distintos componentes que componen la cadena de tracción eléctrica (Power Train) de los vehículos eléctricos 5. Conocer las distintas opciones de carga de los sistemas de almacenamiento en vehículos eléctricos 6. Saber aplicar las nuevas tecnologías TIC's y de sistemas de comunicación a los vehículos eléctricos 7. Disponer de una visión de un conglomerado de tecnologías electrónicas y automáticas (comunicaciones, regulación y control, accionamientos, etc.) que se aplican en las instalaciones de ascensor. 8. Analizar las prestaciones de las instalaciones de ascensor empleando las distintas configuraciones del accionamiento eléctrico 9. Saber calcular los requisitos de par/potencia mecánica y de las condiciones de alimentación para el dimensionado de los accionamientos que se emplean en aplicaciones industriales, aplicaciones de bombero, propulsión marina, máquina herramienta y grúas. 			
REQUISITOS PREVIOS			
No se han establecido			
Asignatura 1	Asignatura 2	Asignatura 3	Asignatura 4
TRACCIÓN ELÉCTRICA FERROVIARIA	VEHÍCULO ELÉCTRICO	TRANSPORTE VERTICAL	APLICACIONES INDUSTRIALES
5 ECTS	4 ECTS	4 ECTS	5 ECTS
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	OPTATIVA
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (5,2 ECTS). (en especial, competencias 1, 3 y 4) ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (2,7 ECTS) (todas las competencias) ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (2,5 ECTS) (en especial, competencia 2) ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,4 ECTS) (en especial, competencias 1, 2 y 4) ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,2 ECTS) (en especial, competencias 1, 3 y 4). ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (3,7 ECTS). (en especial, competencias 1, 3 y 4). ✓ Pruebas y exámenes. (0,4 ECTS). (todas las competencias) ✓ Estudio Individual. (2,9 ECTS). (en especial, competencias 1, 3 y 4). 			

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: TRACCIÓN ELÉCTRICA FERROVIARIA

1.- Estructura general de la tracción ferroviaria.

- Física y dinámica de un tren.
- Tipos de trenes (tranvía, metro, interurbanos, Alta Velocidad, locomotoras).
- Infraestructuras ferroviarias (Tensiones de catenaria, centros de transformación de tracción)

2.- Lay-out del power train.

- Desde pantógrafo o grupo diesel, hasta transmisión eléctrica de rueda a raíl.
- Instrumentación de Media Tensión: tensión, corriente, detectores de paso de tren (pedal, cantón, 50Hz o DC), conocer que existen medidores específicos para el mundo ferroviario y son del rango de MT.

3.- Convertidores de tracción.

- Especificaciones.
- Topologías, limitaciones en frecuencia de conmutación, tecnologías más empleadas, etc
- Normativas.

4- Diseño y control de motores de tracción ferroviaria

- Especificaciones.
- Estrategias de control
- Topologías y tecnologías de los motores de tracción ferroviaria
- Normativas.

[1] A.Steimel, "Electric traction-Motive Power and Energy Supply", Oldenbourg-industrieverlag.de

Asignatura 2: VEHÍCULO ELÉCTRICO

1.- Estructura general del vehículo eléctrico.

- Física y dinámica del vehículo.
- Diferentes tipos de vehículos (motor central, motores-distribuidos, híbridos, etc..).
- Ámbitos de utilización

2.- Power train.

- Sistema de almacenamiento
- Convertidor de tracción.
- Máquina eléctrica.
- Transmisión mecánica

3.- Sistemas de carga de sistema de almacenamiento. Carga lenta, rápida, inalámbrica

4.- Sensores y actuadores del automóvil eléctrico (Tipos y adaptación de señal)

- Sensores en el tren de potencia.
- Sensores de la dinámica del vehículo y aplicación:
 - o Sistemas de frenado
 - o Sistemas de suspensión
 - o Neumáticos
- Otros:
 - o Control de Velocidad de Crucero
 - o Control de distancia de aparcamiento
 - o Limpiaparabrisas Inteligentes
 - o Combinación de Sensor Luz - Lluvia
 - o Control de Temperatura y Climatización
 - o Sensores Digitales como Cerraduras de las Puertas
 - o Iluminación
 - o Airbags

5.- TICs, buses de comunicación dentro del VE (CAN, Ethernet, etc)

6.- Ensayos con vehículo eléctrico

[1] J. Larmine, A. Lowry, "Electric Vehicle technology explained", Wiley Science.

[2] H. Hussain, "Electric and Hybrid vehicles." CRC Press.

[3] A. Emadi, "Handbook of automotive power electronics and motor drives" Taylor & Francis.

Asignatura 3: TRANSPORTE VERTICAL

1.- Introducción al ascensor.

2.- Accionamientos.

- Accionamientos verticales eléctricos.
- Accionamientos hidráulicos.
- Accionamientos horizontales.
- Electrónica de potencia.
- Máquinas eléctricas y estrategias de control

3.- Electrónica.

- Elementos de una maniobra.
- Arquitecturas de instalación.

4.- Tráfico.

- Conceptos generales.
- Algoritmos.
- Ejemplos.

[1] M.A. Rodriguez, "Electrónica en el transporte vertical", Unidad Didáctica MGEP.

Asignatura 4: APLICACIONES INDUSTRIALES

1.- Aplicaciones industriales.

- Laminadoras.
- Bobinadoras.
- Fundiciones y acerías.
- Gestión de parques de minerales.
- Coquerías.

2.- Propulsión marina.

- Generación y distribución del barco.
- Control de la red eléctrica del barco.
- Propulsor eléctrico - propulsión naval.

3.- Aplicaciones de bombeo (motores sumergidos).

- Bombeos desde depósito.
- Abastecimiento de ciudades.
- Desalación.
- Captación de agua, trasvases
- Depuración de aguas residuales.

4.- Máquina herramienta.

5.- Grúas

En todos los casos, se estudia la física-dinámica de la aplicación, acompañado por las necesidades de control, sensorización e instrumentación necesarias.

Materia 5

Denominación de la materia	Créditos ECTS, carácter
GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES	10 créditos ECTS (250 horas), OBLIGATORIA
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:	
La asignatura 1 se imparte en el 2º semestre del 1er Curso y la asignatura 2 se imparte en el 1º semestre de 2º curso	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA	
<u>COMPETENCIAS:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender y analizar la configuración eléctrica de los parques eólicos, así como conocer la física y mecánica de las aeroturbinas. 2. Conocer y especificar las diferentes topologías eléctricas de aeroturbinas, teniendo en cuenta el generador, el convertidor y el diseño de la estrategia de control. 3. Evaluar el grado de cumplimiento de las diferentes normativas que atañen a una aeroturbina para su conexión a la red eléctrica. 4. Entender y analizar diferentes formas de generación de energía eléctrica a partir de las fuentes de energía renovables. 5. Conocer y analizar innovadores conceptos de co-generación y micro-co-generación de energía. 	
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar las diferencias más importantes entre un parque off-shore y un parque on-shore. 2. Realizar el estudio aerodinámico y evaluar la energía obtenible mecánicamente a partir de un viento dado. 3. Conocer, evaluar y especificar las diferentes topologías de convertidor-máquina existentes para aeroturbinas. 4. Diseñar las estrategias de control y los elementos de apoyo necesarios para garantizar el cumplimiento de las normativas de conexión a la red. 5. Modelar y simular aeroturbinas basadas en el concepto "full scale converter", analizando su comportamiento ante faltas de red. 6. Modelar y simular aeroturbinas basadas en el concepto "doubly fed machine", analizando su comportamiento ante faltas de red. 7. Conocer y evaluar novedosos conceptos de aerotrbinas de velocidad variable: síncronas con puente rectificador, DFIM acoplados al eje de una máquina síncrona, etc... 8. Detectar el modo de funcionamiento en isla de un sistema de generación fotovoltaico. 9. Modelar y simular diferentes formas de generación de energía así como analizar su conexionado con la red eléctrica. 10. Realizar el diseño de un sistema de co-generación de energía doméstico. 	
REQUISITOS PREVIOS	
No se han establecido	
Asignatura 1	Asignatura 2
GENERACIÓN DE ENERGÍA EOLICA	GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES Y CO-GENERACIÓN
6 ECTS	4 ECTS
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

- ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (2,9 ECTS). (todas las competencias)
- ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (1,5 ECTS) (todas las competencias)
- ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1,4 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 4 y 5)
- ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,3 ECTS) (en especial, 3 y 5)
- ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 4 y 5).
- ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (2 ECTS). (en especial, competencias 2, 3 y 5)
- ✓ Pruebas y exámenes. (0,2 ECTS). (todas las competencias)
- ✓ Estudio Individual. (1,6 ECTS). (todas las competencias)

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: GENERACIÓN DE ENERGÍA EOLICA

1.- Estructura de un parque eólico.

- Parque on-shore.
- Parque off-shore.

2.- La aeroturbina.

- Estructura general (nacelle, gearbox, etc..)
- Estudio aerodinámico.
- Soluciones comerciales.

3.- Diferentes topologías eléctricas (máquina, convertidor, multiplicadora).

- Full converter.
- DFIM.
- Multipolos síncronos.
- Topologías emergentes.

4.- Requerimientos normativos.

- Comportamiento ante perturbaciones de red.
- Aporte en el control de la tensión y frecuencia.
- Calidad de onda.

5.- Aeroturbina basada en full scale converter.

- Estructura eléctrica y capacidades generales.
- Sistema de control.
- Comportamiento ante perturbaciones.

6.- Aeroturbina basada en máquinas doblemente alimentadas.

- Estructura eléctrica y capacidades generales.
- Sistema de control.
- Comportamiento ante perturbaciones.

[1] F. Blaaberg, Z. Chen, "Power Electronics for Modern Wind Turbines." Morgan & Claypool Publishers.

[2] G Abad, J. López, M. A. Rodríguez, L. Marroyo, G. Iwanski, "Doubly Fed Induction Machine: Modeling and Control for Wind Energy Generation Applications," 550pp, Wiley-Science.

Asignatura 2: GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES Y CO-GENERACIÓN

- 1.- Aspectos generales.
- 2.- Centrales de energía solar térmica.
- 3.- Centrales de energía solar fotovoltaica.
- 4.- Minicentrales hidráulicas.
- 5.- Centrales de energía de la biomasa.
- 6.- Centrales de energía de energía geotérmica.
- 7.- Centrales de energía de las olas.
- 8.- Centrales de energía de las mareas.
- 9.- Centrales de la energía maremotérmica.
- 10.- Micro-generación.
- 11.- Micro-co-generación (stirling).

[1] J.A. Carta, R. Calero, A. Colmener, "Centrales de energías renovables: Generación de energía eléctrica con energías renovables", Prentice Hall.(UNED)

[2] M. R. Patel, "Wind and Solar Power Systems." CRC Press.

Materia 6

Denominación de la materia	Créditos ECTS, carácter	
LA RED ELÉCTRICA	12 créditos ECTS (300 horas), OBLIGATORIA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:		
La asignatura 1 se imparte en el 2º semestre de 1er Curso y la asignatura 2 se imparte en el 1º semestre de 2º curso		
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA		
<u>COMPETENCIAS:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dominio de la estructura, elementos y operación del sistema de potencia eléctrico, y del funcionamiento del mercado eléctrico. 2. Saber modelar el sistema eléctrico, y calcular tensiones y flujos de potencia. 3. Saber analizar el sistema eléctrico de potencia ante fallos (simétricos y asimétricos) y diseñar adecuadamente las protecciones. 4. Especificación del convertidor y diseño del control de los convertidores de conexión a red eléctrica. 5. Especificación de convertidores para aplicaciones FACTS, HVDC y mejora de la calidad de la energía eléctrica. 		
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer la estructura de los sistemas eléctricos de potencia. 2. Analizar la operación del sistema de potencia eléctrico y la función del operador del sistema 3. Analizar el funcionamiento del mercado eléctrico. 4. Conocer el impacto de la generación distribuida sobre la red eléctrica. 5. Conocer las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica. 6. Identificar los elementos que se utilizan tanto en las subestaciones como las líneas eléctricas de transporte y distribución. 7. Conocer el funcionamiento del alternador síncrono y calcular la potencia activa y reactiva en la aplicación de generación de energía. 8. Obtener el modelo de las líneas de transporte eléctrico 9. Obtener el modelo de admitancias de los sistemas de potencia. 10. Saber calcular las tensiones de nodo en régimen permanente en un sistema eléctrico de potencia. 11. Resolución mediante el método de Newton-Raphson de los flujos de potencia en un sistema de potencia 12. Cálculo de corrientes de cortocircuito en fallos simétricos 13. Diseñar e implementar diferentes estrategias de modulación monofásicas. 14. Conocer, implementar y evaluar el funcionamiento de diferentes técnicas de control para convertidores monofásicos conectados a red. 15. Diseñar e implementar reguladores de diferentes tipos (polinomiales, resonantes, etc...) para convertidores en funcionamiento como filtros activos. 16. Realizar y analizar el control vectorial dual, para convertidores sometidos a faltas de red. 		
REQUISITOS PREVIOS		
No se han establecido		
Asignatura 1	Asignatura 2	
GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	APLICACIONES DE CONVERTIDORES CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA	
6 ECTS	6 ECTS	
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante		
✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (3,5 ECTS). (todas		

las competencias)

- ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (1,8 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 4 y 5)
- ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1,7 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 4 y 5)
- ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,3 ECTS) (en especial, competencias 4 y 5)
- ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 1 y 5).
- ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (2,4 ECTS). (en especial, competencias 2, 3, 4 y 5)
- ✓ Pruebas y exámenes. (0,3 ECTS). (todas las competencias)
- ✓ Estudio Individual. (1,9 ECTS). (todas las competencias)

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1.-Introducción al sistema eléctrico de potencia

- Estructura del sistema eléctrico
- Operación del sistema eléctrico (operador del sistema)
- Funcionamiento del mercado eléctrico
- Generación distribuida

2.- Generación de energía eléctrica

- Centrales térmicas clásicas
- Centrales térmicas de ciclo combinado
- Centrales nucleares
- Centrales hidroeléctricas
- Generación en régimen especial.

3.- Subestaciones de transformación

- Configuración de las subestaciones
- Transformadores de potencia
- Aparellaje de mando y protección.
- Instalaciones de puesta a tierra.

4.- Estudio y modelado de las líneas de potencia

- Parámetros de las líneas de transporte
- Estudio de conductores
- Aislamiento de una línea
- Líneas de distribución

5- El alternador síncrono.

6.- Análisis de los sistemas de potencia

- Representación unifilar de los sistemas eléctricos
- Valores por unidad
- Modelo de admitancia y cálculo de redes
- Cálculo de flujos de potencia

7.- Fallos en el sistema de potencia

- Cortocircuitos simétricos
- Componentes simétricas y redes de secuencia
- Fallos asimétricos

8.- Estabilidad del sistema de potencia eléctrico

[1] J. Arrillaga, Y.H. Liu, N.R. Watson, "Flexible power Transmission" Wiley Science.

[2] E. Acha, V. Angelidis, O. Anaya-Lara, "Power electronic control in electrical systems". Planta Three.

Asignatura 2: APLICACIONES DE CONVERTIDORES CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA

1.- Convertidor trifásico conectado a red.

- Control-modulación (control vectorial+DPC) en funcionamiento normal.

2.- Convertidor monofásico conectado a red.

- Modulación.
- PLL y transformaciones.
- Control.

3.- Aplicaciones FACTS, mejora del suministro eléctrico y transmisión.

- Compensación paralelo (Stacoms, SVCs).
- Compensación serie (SSC, etc...).
- Filtros activos-pasivos y compensación de armónicos.
- Almacenamiento de energía.
- HVDC.
- Sistemas desequilibrados y faltas de red: Análisis y soluciones basadas en electrónica de potencia.

[1] X.P. Zhang, C., "Power systems" Wiley Science.

[2] X.P. Zhang, C. Rethanz, B. Pal, "HVDC and FACTS controllers: [3] V.K Sood, "Applications of static converters in Power Systems" Wiley Science.

[3] V.K. Sood, "Applications of static converters in Power Systems" Wiley Science.

Materia 7

Denominación de la materia		Créditos ECTS, carácter	
FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN		39 créditos ECTS (975 horas)	
		OPTATIVA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios:			
Todas las asignaturas de esta materia se concentran en el 1 ^{er} semestre del 2º curso			
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA			
<u>COMPETENCIAS:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> Definir y determinar el estado del arte al objeto de identificar la situación actual y las tendencias, y proponer actuaciones futuras identificando las hipótesis de trabajo, buscando, analizando y seleccionando las fuentes bibliográficas valiéndose de las Bases de Datos y portales más relevantes del ámbito de la Ingeniería; así como de los servicios de alertas electrónicas y de las fuentes de sumario electrónicos. Redactar textos de carácter científico y técnico sobre temas trabajados en el máster o en los proyectos de investigación realizados valiéndose de procesadores de documentos científicos y técnicos, argumentando las hipótesis de investigación, la metodología utilizada y las conclusiones extraídas. Utilizar software específico de simulación para la gestión de proyectos. Identificar y delimitar un proyecto de investigación tutelado. 			
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> Generar documentos utilizando procesadores de documentos científicos y técnicos. Utilizar las técnicas y métodos de Gestión de Proyectos, que nos permitan realizar una gestión eficaz, completa y coherente de los mismos. Profundizar en las diferentes tipologías de proyectos, especialmente en los de investigación Analizar la gestión de proyectos en un entorno web utilizando una herramienta de desarrollo Web. Utilizar las fuentes públicas de financiación y los documentos asociados para la solicitud y los descargos técnicos y económicos. Conocer la problemática asociada a la cadena de medida en el diseño y planificación de ensayos. Utilizar técnicas de tratamiento de resultados asociados a la realización de ensayos. Identificar la estructura y utilizar las expresiones, sintaxis, léxico, y - en general - los modos de redacción de los artículos y trabajos especializados de las áreas que abarca esta materia. 			
REQUISITOS PREVIOS			
No se han establecido			
Asignatura 1	Asignatura 3	Asignatura 3	Asignatura 4
PAUTAS METODOLOGICAS PARA LA ELABORACION DE UNA TESIS DOCTORAL	PRODUCCIÓN Y REDACCIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	TRABAJO DE INVESTIGACION
3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	30 ECTS
OPTATIVA	OPTATIVA	OPTATIVA	TFM
(Pero obligatoria en el itinerario de iniciación en tareas de investigación)	(Pero obligatoria en el itinerario de iniciación en tareas de investigación)	(Pero obligatoria en el itinerario de iniciación en tareas de investigación)	(Obligatoria en el itinerario de iniciación en tareas de investigación)

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante:

- ✓ **Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (4 ECTS). (en especial, competencias 1,2,4)**
- ✓ **Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (2,1 ECTS) (en especial, competencias 1,2,3,4)**
- ✓ **Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (2 ECTS) (en especial, competencias 3)**
- ✓ **Realización de prácticas de laboratorio (0,4 ECTS) (en especial, competencias 3,4)**
- ✓ **Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 4).**
- ✓ **Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (2,9 ECTS). (en especial, competencias 2,4)**
- ✓ **Desarrollo, redacción y presentación de proyectos. (25 ECTS). (en especial, competencias 2,4)**
- ✓ **Pruebas y exámenes. (0,3 ECTS). (en especial, competencias 1,3)**
- ✓ **Estudio Individual. (2,2 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3,4)**

Sistema de Evaluación de la adquisición de las competencias:

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.
- Para la evaluación del **trabajo de investigación** (trabajo fin de máster), el/la alumno/a deberá redactar la memoria del proyecto de investigación realizado, y presentarlo y defenderlo ante un tribunal de Proyecto de Investigación constituido por 4 doctores con acreditada experiencia investigadora, entre los que al menos uno deberá ser externo a la universidad y experto en el tema del Proyecto de Investigación.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: PAUTAS METODOLOGICAS PARA LA ELABORACION DE UNA TESIS DOCTORAL

Introducción a la historia de la ciencia: corrientes, herramientas y métodos de investigación
 La ciencia y la tecnología en el contexto del siglo XXI
 La divulgación y comunicación científica: pasado y presente
 Consideraciones previas sobre el proceso de elaboración de una TD,
 Definición y determinación del problema,
 Hipótesis de investigación,
 Búsqueda de fuentes y citación,
 Estilos de investigación,
 Elaboración del proyecto de investigación,
 Elementos que componen una TD,
 Aspectos formales, internos e indicadores de calidad.
 Pautas para la defensa oral

Asignatura 2: PRODUCCIÓN Y REDACCIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS

¿Qué es un texto científico?
 Estructura del texto científico
 Gramática y léxico del texto científico (en castellano, euskara e inglés)
 Procesadores de textos

Asignatura 3: GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Gestión de proyectos (técnica y económica),
 Planificación, Contabilidad,

Asignación de recursos,
Fuentes públicas de financiación,
Planteamiento de un proyecto,
Estado del arte,
Divulgación,
Publicaciones,
Propiedad Industrial
Patentes

Asignatura 4: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Objeto y finalidad del proyecto
Planificación y gestión del proyecto
Estructura
Tipos de investigación
Búsqueda de fuentes de información
Desarrollo
Comunicación del proyecto

Materia 8

TÉCNICAS INSTRUMENTALES Y NUMÉRICAS

Denominación de la materia TÉCNICAS INSTRUMENTALES Y NUMÉRICAS		Créditos ECTS, carácter 6 créditos ECTS (150 horas) OPTATIVA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios: Todas las asignaturas de esta materia se concentran en el 1 ^{er} semestre del 2 ^o curso			
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA			
COMPETENCIAS <ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterizar y definir los métodos de investigación científica. 2. Conocer, comprender y utilizar las diferentes técnicas de análisis existentes. 3. Conocer los elementos que constituyen los modelos de simulación y su relación con los lenguajes de programación y software de simulación. 4. Modelar el comportamiento de sistemas reales mediante técnicas de simulación y analizar los resultados mediante técnicas estadísticas. 			
RESULTADOS DE APRENDIZAJE <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar y comprender las características, usos, ventajas y desventajas de los métodos cuantitativos en la actividad científica. 2. Desarrollar el modelo analítico, numérico y/o empírico de un sistema real mediante herramientas informáticas de simulación. 3. Analizar los resultados de los modelos de simulación. 4. Realizar un trabajo de simulación que englobe los contenidos de la materia del curso sobre un problema real. 			
REQUISITOS PREVIOS No se han establecido			
Asignatura 1 MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA INVESTIGACIÓN 3 ECTS OPTATIVA (Pero obligatoria en el itinerario)		Asignatura 2 MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN 3 ECTS OPTATIVA (Pero obligatoria en el itinerario)	
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante <ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (1,7 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3) ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (0,9 ECTS) (en especial, competencias 4) ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1 ECTS) (en especial, competencias 3,4) ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,5 ECTS) (en especial, competencias 3,4) ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,1 ECTS) (en especial, competencias 1,2,3, 4) ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (1,2 ECTS). (en especial, competencias 2,3) ✓ Pruebas y exámenes. (0,1 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3,4) ✓ Estudio Individual. (0,5 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3,4) 			

Sistema de Evaluación de la Adquisición de las Competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA INVESTIGACIÓN

Características de la investigación científica. Fases de la investigación científica.
El método y la elaboración de teorías científicas.
El método hipotético-deductivo.
El método experimental y su diseño

Asignatura 2: MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN

Modelado de sistemas mediante simulación
Software de simulación
Análisis de resultados
Diseño de experimentos.

Materia 9

Denominación de la materia		Créditos ECTS, carácter	
PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN		50 créditos ECTS (1250 horas), MIXTA	
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios			
La asignatura 1 se imparte en el 1º semestre de 2º curso y la asignatura 2 se imparte en el 2º semestre de 2º curso			
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHA MATERIA			
<u>COMPETENCIAS:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito. 2. Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo. 3. Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación. 4. Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos. 			
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrolla un proyecto del ámbito de la energía y electrónica de potencia en un contexto de aplicación práctica. 2. Gestiona su trabajo dentro de un entorno de trabajo. 3. Se relaciona con diferentes agentes multidisciplinares con el objetivo de llevar a cabo su investigación. 4. Expone, y argumenta y defiende ante un tribunal los resultados obtenidos en el trabajo desarrollado. 			
REQUISITOS PREVIOS:			
No se han establecido			
Asignatura 1		Asignatura 2	
PRÁCTICAS EN EMPRESA		TRABAJO FIN DE MASTER	
20 ECTS		30 ECTS	
OPTATIVA (pero OBLIGATORIA en el itinerario académico)		TRABAJO FIN DE MASTER	
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (2,3 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3,4) ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (1,2 ECTS) (en especial, competencias 1,3,4) ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (1,2 ECTS) (en especial, competencias 3,4) ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0,2 ECTS) (en especial, competencias 3,4) ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (1,6 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3,4) ✓ Desarrollo, redacción y presentación de proyectos. (25 ECTS). (en especial, competencias 1,2,3,4) ✓ Prácticas de resolución de problemas y proyectos en contextos reales. (17 ECTS). (en especial, competencias 4) ✓ Pruebas y exámenes. (0,3 ECTS). (en especial, competencias 1,2) ✓ Estudio Individual. (1,2 ECTS). (todas las competencias) 			

Sistema de Evaluación de la Adquisición de las Competencias

- Para la evaluación del trabajo fin de máster el/la alumno/a deberá redactar la memoria del trabajo realizado, y presentarlo y defenderlo ante un tribunal constituido al efecto, entre los que al menos uno deberá ser externo a la universidad, del ámbito profesional y experto en el tema del trabajo realizado.
- Para la evaluación tomarán en cuenta:
 - ✚ Memorias de proyectos para la definición de procedimientos de toma de decisiones , la planificación y organización del trabajo
 - ✚ Exposiciones orales de las propuestas de resolución de problemas o planes de planificación y organización.
 - ✚ Gestión del proyecto
 - ✚ Contenido del trabajo
 - ✚ Presentación y defensa del Trabajo Fin de Máster.

Breve resumen de contenidos

Asignatura 1: PRACTICAS EN EMPRESA

- Plan de seguridad y prevención de riesgos laborales
- Organización de la empresa
- Estructura organizativa
- Practicas en la empresa

Asignatura 2: TRABAJO FIN DE MASTER

- Planificación y gestión del proyecto
- Documentación asociada al proyecto
- Comunicación del proyecto

Descripción de los módulos:

Módulo 1

Denominación del módulo	Créditos ECTS, carácter
DISEÑO, MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA.	30 Créditos ECTS (750 horas) OBLIGATORIA
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Las actividades relacionadas con este módulo se desarrollan a lo largo del 1º semestre del 1º curso. Este módulo contiene 6 asignaturas que suman 30 ECTS.	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHO MÓDULO:	
COMPETENCIAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensionar y diseñar eléctricamente los diferentes elementos que componen el convertidor. 2. Analizar el comportamiento térmico del convertidor. 3. Construir y materializar el convertidor. 4. Evaluar el grado de cumplimiento de las diferentes normativas que atañen a un convertidor. 5. Diseñar e innovar sobre las técnicas de modulación de un convertidor, con el objetivo de optimizar su funcionamiento y prestaciones. 6. Desarrollar diseños de máquina ajustadas a los requisitos específicos de cada aplicación con unas prestaciones electromagnéticas y térmicas óptimas. 7. Adquirir conocimiento sobre las nuevas tendencias en el diseño y construcción de máquinas eléctricas en referencia a los procesos de fabricación, nuevos materiales de altas prestaciones y nuevas herramientas de diseño. 8. Adquirir conocimiento y destreza en la utilización de diferentes herramientas de diseño y análisis de máquinas eléctricas. 9. Adquirir el conocimiento de una metodología para el diseño de máquinas eléctricas. 10. Desarrollar el modelado electromagnético-dinámico de diferentes máquinas eléctricas. 11. Dominio y aplicación de técnicas de control avanzadas máquinas eléctricas de corriente alterna (AC). 12. Diseño de nuevas técnicas de control para máquinas AC. 13. Especificación y selección de sistemas de evacuación de calor para convertidores electrónicos y máquinas eléctricas. 	
RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir los valores eléctricos y sus calibres de potencia de snubbers, protecciones, semiconductores, etc... 2. Realizar el análisis térmico conjunto y separado de los diferentes elementos que componen el convertidor (semiconductor, refrigerador, etc...). 3. Diseñar y analizar el dimensionado mecánico y ensamblado de los diferentes elementos que componen el convertidor electrónico de potencia, atendiendo a los diferentes criterios constructivos existentes (aislamientos, térmicos, localización de cableados, distancia entre elementos, etc...). 4. Realizar el estudio normativo del convertidor electrónico de potencia. 5. Comprender el funcionamiento de diferentes topologías avanzadas de convertidores y de sus modulaciones asociadas. 6. Conocer e implementar técnicas avanzadas de modulación para diferentes topologías de convertidores. 7. Definir y dimensionar las características de los elementos (número de bobinados, material de los imanes, dimensiones, etc...) que componen una máquina. 8. Optimizar electromagnéticamente el diseño de máquina en elementos finitos. 9. Evaluar las prestaciones de las máquinas y obtener los parámetros característicos mediante análisis en elementos finitos. 10. Dimensionar y diseñar térmicamente las máquinas eléctricas. 11. Simular las máquinas eléctricas en MOTOR-CAD. 12. Seleccionar los materiales adecuados en función de los requerimientos establecidos para cada diseño de máquina. 13. Aplicar la metodología de diseño de máquinas de una forma coherente optimizando los recursos disponibles 14. Estimar on-line / off-line los parámetros de las máquinas eléctricas mediante observadores. 	

15. Ser capaz de plantear ecuaciones diferenciales con diferentes grados de precisión, que rigen el comportamiento electromagnético-dinámico de diferentes topologías de máquinas eléctricas.
16. Analizar estrategias avanzadas de control para máquinas AC
17. Implementar algoritmos de control en tiempo real para máquinas AC
18. Validar mediante simulación y experimentación las prestaciones de controles avanzados de máquinas AC.
19. Calcular el calentamiento de máquinas eléctricas y de convertidores de potencia ante condiciones reales de funcionamiento en la aplicación
20. Calcular distintos dispositivos de evacuación de calor (intercambiadores aire-aire, agua-aire, heat-pipe).

REQUISITOS PREVIOS

No se han establecido

MATERIA:	MATERIA:	MATERIA:
DISEÑO, MODELADO Y ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	DISEÑO, MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	TECNOLOGÍAS Y PRINCIPIOS AVANZADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
(11 ECTS)	(11 ECTS)	(13 ECTS)
Asignatura 1	Asignatura 3	Asignatura 5
DISEÑO DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	DISEÑO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS	ACCIONAMIENTOS
5 ECTS	6 ECTS	5 ECTS
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	OBLIGATORIA
Asignatura 2	Asignatura 4	Asignatura 6
ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	ANÁLISIS TÉRMICO
6 ECTS	5 ECTS	3 ECTS
OBLIGATORIA	OBLIGATORIA	OBLIGATORIA

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

El enfoque metodológico se basa en:

- ✓ Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (8.7 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 y 13)
- ✓ Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (4.6 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13)
- ✓ Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (4.1 ECTS) (en especial, competencias 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13)
- ✓ Realización de prácticas de laboratorio (0.9 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11 y 13)
- ✓ Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,3 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 7, 8, 9 y 13).
- ✓ Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (6.1 ECTS). (todas las competencias)
- ✓ Pruebas y exámenes. (0.7 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 y 13)
- ✓ Estudio Individual. 4.6 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 y 13)

Sistema de Evaluación de la Adquisición de las Competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.

- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: DISEÑO DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

1.- Especificaciones de partida.

2.- Dimensionado eléctrico

- Estudio de los semiconductores y la conmutación.
 - High power semiconductor devices (IGBT, IGCT, IEGT, Thyristors, etc).
 - Estudio de Drivers.
 - Elementos de apoyo a la conmutación, Snubbers.
 - Serialización y paralelización de semiconductores.
 - Protecciones
- Componentes pasivos: bus DC, filtros L, filtros LC, crowbar, bus bar, link DC.
- Sensorización y protecciones (Selección e integración en el convertidor, Corriente, Tensión, Temperaturas)
- Lay-out del convertidor completo (precarga, contactores, protecciones, potencia, filtros).

2.- Dimensionado térmico.

- Análisis de pérdidas en semiconductores, componentes pasivos y lay-out (secciones de cable).
- Diseño térmico del disipador de calor y selección de componentes pasivos atendiendo al criterio térmico.
- Selección del sistemas de refrigeración (convección natural, aire, agua, heat-pipe).
- Evacuación del calor al ambiente.

3.- Dimensionado mecánico:

- Envoltente (IPxx..., volumen,)
- Sistema mecánico y metodología de apriete de los stacks/módulos de potencia.
- Disposición del lay-out dentro de la envoltente
- Criterios de aislamiento.

4.- Normativa

- Normas de Compatibilidad Electromagnética
- Normas de aislamiento eléctrico
- Normas referidas a la envoltente
- Normas de vibraciones (transporte)
- Normas de condiciones climáticas
- Ensayos en laboratorio

[1] Williams, Tim "EMC for Product Designers" Elsevier.

Asignatura 2: ANÁLISIS DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

1.- Análisis de topologías de convertidor VSC:

- Two level converter (topology & PWM-SVM modulation).
- Diode Clamped Multilevel Converters (topology & PWM-SVM modulation).
- Cascaded Multilevel Converters (topology & PWM-SVM modulation).
- Flying capacitor Multilevel Converter (topology & PWM-SVM modulation).
- Hibrid Multilevel converter topologies (topology & PWM-SVM modulation).
- Matrix Converters (topology & PWM-SVM modulation).
- Modular Multilevel Converters (topology & PWM-SVM modulation).

2.- Análisis de topologías de convertidor CSI:

- Clásico (topología & PWM-SVM modulation).
- Topologías Multilevel.

3.- Técnicas avanzadas de modulación:

- Sobre-modulación.
- Cancelación selectiva de armónicos.
- Otros.

[1] B. Wu, "High Power Converters and AC Drives." Wiley Science.

[2] D.G. Holmes, T.A. Lipo, "Pulse width modulation for power converters." Wiley Science.

Asignatura 3: DISEÑO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1.- Diseño y dimensionado de los circuitos magnéticos del rotor y del estator.

2.- Análisis de diferentes tipos de devanados: enteros/fraccionales, concéntricos/imbricados, concentrados, etc.

3.- Análisis de materiales magnéticos: chapas eléctricas, imanes permanentes, materiales magnéticos de última generación como los Soft Magnetic Composites (SMC).

4.- Optimización del diseño electromagnético y evaluación de las prestaciones de la máquina mediante elementos finitos.

5.- Dimensionado térmico de máquinas eléctricas.

6.- Metodología para el diseño de máquinas síncronas de imanes permanentes.

[1] Jacek F. Gieras, Mitchell Wing, "Permanent Magnet Motor Technology", Marcel Dekker.

[2] J.R. Hendershot Jr, TJE Miller, "Design of Brushless Permanent Magnet Motors", Oxford Science

[3] Dr Duane Hanselman, "Brushless Permanent Magnet Motor Design", The Writer's Collective

[4] Essam S. Hamdi, "Design of Small Electrical Machines", WILEY

[5] Philip Beckley, "Electrical Steels for Rotating Machines", The Institution of Electrical Engineers

[6] David Jiles, "Introduction to Magnetism and Magnetic Materials", Chapman & Hall

Asignatura 4: MODELADO Y ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1.- Caracterización de máquinas en elementos finitos y obtención de los parámetros para el modelado.

2.- Estimación on-line/off-line de parámetros.

3.- Estimadores y observadores de flujo

4.- Modelado electromagnético-dinámico de diferentes topologías de máquina:

- Máquinas de inducción
- Máquinas síncronas con excitación auxiliar
- Máquinas síncronas de imanes permanentes en varias configuraciones (radial, axial, outer rotor)
- Máquinas síncronas de imanes permanentes directamente alimentadas por la red
- Máquinas doblemente alimentadas
- BLDC
- Máquinas reluctantes

[1] I. Boldea, S.A. Nasar, "The induction machine handbook." CRC Press.

[2] I. Boldea, "Variable Speed Generators" CRC Press. Taylor & Francis.

[3] A. Veltman, Duco W.J. Pulle, "Fundamentals of Electrical Drives", Springer.

[4] Ion Boldea "Synchronous Generators The Electric Generators Handbook".

Asignatura 5: ACCIONAMIENTOS

1.- Control vectorial.

- Máquinas síncronas.
- Máquinas asíncronas.
- Máquinas doblemente alimentadas.

2.- Técnicas directas de control (DTC, DPC y DSC).

- Máquinas síncronas.
- Máquinas asíncronas.
- Máquinas doblemente alimentadas.

3.- Controles predictivos de máquinas AC.

- Consideraciones generales.
- Estructura de control general.

4.- Control de máquinas reluctantes.

- Control vectorial.
- Control directo (DTC).

5.- Control adaptativo de máquinas AC.

- Consideraciones generales.
- Control con estimación de parámetros on-line.

6.- Control Sensorless de máquinas AC.

7.- Debilitamiento de flujo de máquinas AC.

- Estrategia de flujo general atendiendo a la aplicación.
- Estrategia de debilitamiento a altas velocidades.

8.- Diferentes tipos de cargas.

[1] I. Boldea, S.A. Nasar, "Vector control of AC drives." CRC Press.

[2] W. Leonhard, "Control of electrical drives". Springer-Verlag.

[3] P. Vas, "Sensorless Vector and Direct Torque Control." Oxford University Press.

[4] B. K. Bose, "Power Electronics and Drives." Elsevier.

[5] M. P. Kazmierkowski, R. Krishnan, F. Blaabjerg, "Control in Power Electronics." Academic Press.

Asignatura 6: ANALISIS TERMICO

- 1.- Teoría general de la transferencia de calor.
- 2.- Fluido-dinámica.
- 3.- Dispositivos de evacuación de calor en convertidores.
- 4.- Dispositivos de evacuación de calor en máquinas.

[1] J.P. Holman "Transferencia de Calor", ISBN 0-07-0229618-9. McGraw Hill. 2003.

[2] E.S. Hamdi, "Design of small electrical machines", ISBN 047952028. John Wiley & Sons. 1994

[3] Mohan, Undeland, Robbins, "Power Electronics", Wiley Science

Módulo 2

Denominación del módulo	Créditos ECTS, carácter
GENERACIÓN DE ENERGÍA, LA RED ELÉCTRICA Y ANÁLISIS DE APLICACIONES I	30 Créditos ECTS (750 horas) OBLIGATORIA
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Las actividades relacionadas con este módulo se desarrollan a lo largo del 2º semestre del 1º curso.	
Este módulo contiene 6 asignaturas que suman 30 ECTS.	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHO MÓDULO:	
<u>COMPETENCIAS:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificación de un sistema de almacenamiento y los circuitos asociados. 2. Evaluación de la viabilidad técnica y económica de una solución basada en almacenamiento. 3. Especificación de una unidad de tracción ferroviaria 4. Evaluación de la viabilidad técnica y económica de sistemas de tracción para vehículos eléctricos 5. Especificación del accionamiento eléctrico para aplicaciones industriales, aplicaciones de bombero, propulsión marina, máquina herramienta y grúas 6. Entender y analizar la configuración eléctrica de los parques eólicos, así como conocer la física y mecánica de las aeroturbinas. 7. Conocer y especificar las diferentes topologías eléctricas de aeroturbinas, teniendo en cuenta el generador, el convertidor y el diseño de la estrategia de control. 8. Evaluar el grado de cumplimiento de las diferentes normativas que atañen a una aeroturbina para su conexión a la red eléctrica. 9. Dominio de la estructura, elementos y operación del sistema de potencia eléctrica, y del funcionamiento del mercado eléctrico. 10. Saber modelar el sistema eléctrico, y calcular tensiones y flujos de potencia. 11. Saber analizar el sistema eléctrico de potencia ante fallos (simétricos y asimétricos) y diseñar adecuadamente las protecciones. 	
<u>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensionar sistemas de almacenamiento. 2. Seleccionar dispositivos de almacenamiento en función de las especificaciones de la aplicación 3. Conocer las características de funcionamiento de los sistemas de tracción ferroviarios 4. Analizar las distintas topologías de las unidades de tracción ferroviaria (electrónica de potencia y máquina eléctrica) 5. Conocer las características de funcionamiento de los vehículos eléctricos 6. Analizar los distintos componentes que componen la cadena de tracción eléctrica (Power Train) de los vehículos eléctricos 7. Conocer las distintas opciones de carga de los sistemas de almacenamiento en vehículos eléctricos 8. Saber aplicar las nuevas tecnologías TIC's y de sistemas de comunicación a los vehículos eléctricos 9. Saber calcular los requisitos de par/potencia mecánica y de las condiciones de alimentación para el dimensionado de los accionamientos que se emplean en aplicaciones industriales, aplicaciones de bombero, propulsión marina, máquina herramienta y grúas. 10. Evaluar las diferencias más importantes entre un parque off-shore y un parque on-shore. 11. Realizar el estudio aerodinámico y evaluar la energía obtenible mecánicamente a partir de un viento dado. 12. Conocer, evaluar y especificar las diferentes topologías de convertidor-máquina existentes para aeroturbinas. 13. Diseñar las estrategias de control y los elementos de apoyo necesarios para garantizar el cumplimiento de las normativas de conexión a la red. 14. Modelar y simular aeroturbinas basadas en el concepto "full scale converter", analizando su comportamiento ante faltas de red. 15. Modelar y simular aeroturbinas basadas en el concepto "doubly fed machine", analizando su comportamiento ante faltas de red. 16. Conocer y evaluar novedosos conceptos de aeroturbinas de velocidad variable: síncronas con puente rectificador, DFIM acoplados al eje de una máquina síncrona, etc... 17. Conocer la estructura de los sistemas eléctricos de potencia. 18. Analizar la operación del sistema de potencia eléctrica y la función del operador del sistema 19. Analizar el funcionamiento del mercado eléctrico. 20. Conocer el impacto de la generación distribuida sobre la red eléctrica. 21. Conocer las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica. 22. Identificar los elementos que se utilizan tanto en las subestaciones como las líneas eléctricas de transporte y distribución. 	

23. Conocer el funcionamiento del alternador síncrono y calcular la potencia activa y reactiva en la aplicación de generación de energía.
24. Obtener el modelo de las líneas de transporte eléctrico
25. Obtener el modelo de admitancias de los sistemas de potencia.
26. Saber calcular las tensiones de nodo en régimen permanente en un sistema eléctrico de potencia.
27. Resolución mediante el método de Newton-Raphson de los flujos de potencia en un sistema de potencia
28. Cálculo de corrientes de cortocircuito en fallos simétricos

REQUISITOS PREVIOS

No se han establecido

MATERIA:	MATERIA:	MATERIA:	MATERIA:
TECNOLOGÍAS Y PRINCIPIOS AVANZADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (13 ECTS) Asignatura 1 ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA 5 ECTS OBLIGATORIA	APLICACIONES DE TRACCIÓN Y ACCIONAMIENTOS (18 ECTS) Asignatura 2 TRACCIÓN ELÉCTRICA FERROVIARIA 5 ECTS OBLIGATORIA Asignatura 3 VEHÍCULO ELÉCTRICO 4 ECTS OBLIGATORIA Asignatura 4 TRANSPORTE VERTICAL 4 ECTS OBLIGATORIA	GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES (10 ECTS) Asignatura 5 GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA 6 ECTS OBLIGATORIA	LA RED ELÉCTRICA (12 ECTS) Asignatura 6 GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 6 ECTS OBLIGATORIA

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

El enfoque metodológico se basa en:

- ✓ **Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (8.7 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11)**
- ✓ **Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (4.6 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 11)**
- ✓ **Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (4.1 ECTS) (en especial, competencias 2, 4, 7, 8, 10 y 11)**
- ✓ **Realización de prácticas de laboratorio (0.6 ECTS) (en especial, competencias 3, 4, 5 , 6 y 8)**
- ✓ **Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0.4 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 5, 6, 7 y 9).**
- ✓ **Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (6.2 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10 y 11)**
- ✓ **Pruebas y exámenes. (0.6 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11)**

✓ **Estudio Individual. (4.8 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11)**

Sistema de Evaluación de la Adquisición de las Competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

1.- Baterías.

- Tipos de baterías.
- Ciclos de carga y descarga.
- Topologías de convertidor asociadas.
- Criterios de dimensionado.
- BMS y equalización

2.- Ultracapacidades.

- Ciclos de carga y descarga.
- Topologías de convertidor asociadas.
- Criterios de dimensionado.
- VMS y equalización.

4.- Fly-Wheels.

5.- Otros: SMES, Fuel Cells, aire comprimido, hidrógeno, Almacenamiento térmico, Centrales de bombeo.

[1] T.R. Trompton, "Battery reference book", Elsevier.

Asignatura 2: TRACCIÓN ELÉCTRICA FERROVIARIA

1.- Estructura general de la tracción ferroviaria.

- Física y dinámica de un tren.
- Tipos de trenes (tranvía, metro, interurbanos, Alta Velocidad, locomotoras).
- Infraestructuras ferroviarias (Tensiones de catenaria, centros de transformación de tracción)

2.- Lay-out del power train.

- Desde pantógrafo o grupo diesel, hasta transmisión eléctrica de rueda a raíl.
- Instrumentación de Media Tensión: tensión, corriente, detectores de paso de tren (pedal, cantón, 50Hz o DC), conocer que existen medidores específicos para el mundo ferroviario y son del rango de MT.

3.- Convertidores de tracción.

- Especificaciones.

- Topologías, limitaciones en frecuencia de conmutación, tecnologías más empleadas, etc
- Normativas.

4- Diseño y control de motores de tracción ferroviaria

- Especificaciones.
- Estrategias de control
- Topologías y tecnologías de los motores de tracción ferroviaria
- Normativas.

[1] A.Steimel, "Electric traction-Motive Power and Energy Supply", Oldenbourg-industrieverlag.de

Asignatura 3: VEHÍCULO ELÉCTRICO

1.- Estructura general del vehículo eléctrico.

- Física y dinámica del vehículo.
- Diferentes tipos de vehículos (motor central, motores-distribuidos, híbridos, etc..).
- Ámbitos de utilización

2.- Power train.

- Sistema de almacenamiento
- Convertidor de tracción.
- Máquina eléctrica.
- Transmisión mecánica

3.- Sistemas de carga de sistema de almacenamiento. Carga lenta, rápida, inalámbrica

4.- Sensores y actuadores del automóvil eléctrico (Tipos y adaptación de señal)

- Sensores en el tren de potencia.
- Sensores de la dinámica del vehículo y aplicación:
 - o Sistemas de frenado
 - o Sistemas de suspensión
 - o Neumáticos
- Otros:
 - o Control de Velocidad de Crucero
 - o Control de distancia de aparcamiento
 - o Limpiaparabrisas Inteligentes
 - o Combinación de Sensor Luz - Lluvia
 - o Control de Temperatura y Climatización
 - o Sensores Digitales como Cerraduras de las Puertas
 - o Iluminación
 - o Airbags

5.- TICs, buses de comunicación dentro del VE (CAN, Ethernet, etc)

6.- Ensayos con vehículo eléctrico

[1] J. Larmine, A. Lowry, "Electric Vehicle technology explained", Wiley Science.

[2] H. Hussain, "Electric and Hybrid vehicles." CRC Press.

[3] A. Emadi, "Handbook of automotive power electronics and motor drives" Taylor & Francis.

Asignatura 4: TRANSPORTE VERTICAL

- 1.- Introducción al ascensor.
- 2.- Accionamientos.
 - Accionamientos verticales eléctricos.
 - Accionamientos hidráulicos.
 - Accionamientos horizontales.
 - Electrónica de potencia.
 - Máquinas eléctricas y estrategias de control
- 3.- Electrónica.
 - Elementos de una maniobra.
 - Arquitecturas de instalación.
- 4.- Tráfico.
 - Conceptos generales.
 - Algoritmos.
 - Ejemplos.

[1] M.A. Rodríguez, "Electrónica en el transporte vertical", Unidad Didáctica MGEP

Asignatura 5: GENERACIÓN DE ENERGÍA EOLICA

- 1.- Estructura de un parque eólico.
 - Parque on-shore.
 - Parque off-shore.
- 2.- La aeroturbina.
 - Estructura general (nacelle, gearbox, etc..)
 - Estudio aerodinámico.
 - Soluciones comerciales.
- 3.- Diferentes topologías eléctricas (máquina, convertidor, multiplicadora).
 - Full converter.
 - DFIM.
 - Multipolos síncronos.
 - Topologías emergentes.
- 4.- Requerimientos normativos.
 - Comportamiento ante perturbaciones de red.
 - Aporte en el control de la tensión y frecuencia.
 - Calidad de onda.
- 5.- Aeroturbina basada en full scale converter.
 - Estructura eléctrica y capacidades generales.
 - Sistema de control.

- Comportamiento ante perturbaciones.

6.- Aeroturbina basada en máquinas doblemente alimentadas.

- Estructura eléctrica y capacidades generales.
- Sistema de control.
- Comportamiento ante perturbaciones.

[1] F. Blaagberg, Z. Chen, "Power Electronics for Modern Wind Turbines." Morgan & Claypool Publishers.

[2] G Abad, J. López, M. A. Rodríguez, L. Marroyo, G. Iwanski, "Doubly Fed Induction Machine: Modeling and Control for Wind Energy Generation Applications," 550pp, Wiley-Science.

ASIGNATURA 6: GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1.-Introducción al sistema eléctrico de potencia

- Estructura del sistema eléctrico
- Operación del sistema eléctrico (operador del sistema)
- Funcionamiento del mercado eléctrico
- Generación distribuida

2.- Generación de energía eléctrica

- Centrales térmicas clásicas
- Centrales térmicas de ciclo combinado
- Centrales nucleares
- Centrales hidroeléctricas
- Generación en régimen especial.

3.- Subestaciones de transformación

- Configuración de las subestaciones
- Transformadores de potencia
- Aparellaje de mando y protección.
- Instalaciones de puesta a tierra.

4.- Estudio y modelado de las líneas de potencia

- Parámetros de las líneas de transporte
- Estudio de conductores
- Aislamiento de una línea
- Líneas de distribución

5- El alternador síncrono.

6.- Análisis de los sistemas de potencia

- Representación unifilar de los sistemas eléctricos
- Valores por unidad
- Modelo de admitancia y cálculo de redes
- Cálculo de flujos de potencia

7.- Fallos en el sistema de potencia

- Cortocircuitos simétricos
- Componentes simétricas y redes de secuencia
- Fallos asimétricos

8.- Estabilidad del sistema de potencia eléctrico

[1] J. Arrillaga, Y.H. Liu, N.R. Watson, "Flexible power Transmission" Wiley Science.

[2] E. Acha, V. Angelidis, O. Anaya-Lara, "Power electronic control in electrical systems". Planta Three

Módulo 3

Denominación del módulo	Créditos ECTS, carácter
GENERACIÓN DE ENERGÍA, LA RED ELÉCTRICA Y ANÁLISIS DE APLICACIONES II	110 Créditos ECTS (2750 horas) MXTA
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
<p>Las actividades relacionadas con este módulo se desarrollan a lo largo del 1er. y 2º semestres del 2º curso.</p> <p>Este módulo contiene 2 asignaturas obligatorias (10 ECTS) comunes a todos los alumnos y 100 ECTS de carácter optativo que configuran dos itinerarios entre los que el alumno debe elegir uno:</p> <p>A) Itinerario académico (50 ECTS) B) Itinerario de iniciación en tareas de investigación (50 ECTS).</p>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON DICHO MÓDULO:	
<u>COMPETENCIAS:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender y analizar diferentes formas de generación de energía eléctrica a partir de las fuentes de energía renovables. 2. Conocer y analizar innovadores conceptos de co-generación y micro-co-generación de energía. 3. Especificación del convertidor y diseño del control de los convertidores de conexión a red eléctrica. 4. Especificación de convertidores para aplicaciones FACTS, HVDC y mejora de la calidad de la energía eléctrica. 5. Especificación de un accionamiento eléctrico y del sistema de control para aplicaciones de ascensor 6. Definir y determinar el estado del arte al objeto de identificar la situación actual y las tendencias, y proponer actuaciones futuras identificando las hipótesis de trabajo, buscando, analizando y seleccionando las fuentes bibliográficas valiéndose de las Bases de Datos y portales más relevantes del ámbito de la Ingeniería; así como de los servicios de alertas electrónicas y de las fuentes de sumario electrónicos. 7. Redactar textos de carácter científico y técnico sobre temas trabajados en el máster o en los proyectos de investigación realizados valiéndose de procesadores de documentos científicos y técnicos, argumentando las hipótesis de investigación, la metodología utilizada y las conclusiones extraídas. 8. Utilizar software específico de simulación para la gestión de proyectos. 9. Identificar y delimitar un proyecto de investigación tutelado. 10. Caracterizar y definir los métodos de investigación científica. 11. Conocer, comprender y utilizar las diferentes técnicas de análisis existentes. 12. Conocer los elementos que constituyen los modelos de simulación y su relación con los lenguajes de programación y software de simulación. 13. Modelar el comportamiento de sistemas reales mediante técnicas de simulación y analizar los resultados mediante técnicas estadísticas. 14. Comprender, exponer y transmitir información obtenida de distintas fuentes; y generar información y estrategias de transmisión del conocimiento elaborado por uno mismo, en castellano o euskera e inglés, y tanto en modo oral como escrito. 15. Comprender aspectos prácticos del funcionamiento interno de una empresa e integrarse en ella de modo autónomo, comunicándose y colaborando adecuadamente con las personas de su ámbito de actuación. Asumir responsabilidad y adquirir autonomía, de modo paulatino, para trabajar, tanto individualmente, como en equipo. 16. Desarrollar un proyecto relacionado con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación. 17. Sintetizar y resolver problemas relacionados con las competencias y las áreas de conocimiento de la titulación; y aplicar estrategias de aprendizaje en contextos variados y complejos, y transferir el conocimiento previo a situaciones y contextos nuevos. 	
<u>RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificación del convertidor y diseño del control de los convertidores de conexión a red eléctrica. 2. Especificación de convertidores para aplicaciones FACTS, HVDC y mejora de la calidad de la energía eléctrica. 3. Disponer de una visión de un conglomerado de tecnologías electrónicas y automáticas (comunicaciones, regulación y control, accionamientos, etc.) que se aplican en las instalaciones de ascensor. 4. Analizar las prestaciones de las instalaciones de ascensor empleando las distintas configuraciones del accionamiento eléctrico 	

5. Generar documentos utilizando procesadores de documentos científicos y técnicos.
6. Utilizar las técnicas y métodos de Gestión de Proyectos, que nos permitan realizar una gestión eficaz, completa y coherente de los mismos.
7. Profundizar en las diferentes tipologías de proyectos, especialmente en los de investigación
8. Analizar la gestión de proyectos en un entorno web utilizando una herramienta de desarrollo Web.
9. Utilizar las fuentes públicas de financiación y los documentos asociados para la solicitud y los descargos técnicos y económicos.
10. Conocer la problemática asociada a la cadena de medida en el diseño y planificación de ensayos.
11. Utilizar técnicas de tratamiento de resultados asociados a la realización de ensayos.
12. Identificar la estructura y utilizar las expresiones, sintaxis, léxico, y - en general - los modos de redacción de los artículos y trabajos especializados de las áreas que abarca esta materia.
13. Analizar y comprender las características, usos, ventajas y desventajas de los métodos cuantitativos en la actividad científica.
14. Desarrollar el modelo analítico, numérico y/o empírico de un sistema real mediante herramientas informáticas de simulación.
15. Analizar los resultados de los modelos de simulación.
16. Realizar un trabajo de simulación que englobe los contenidos de la materia del curso sobre un problema real.
17. Desarrolla un proyecto del ámbito de la energía y electrónica de potencia en un contexto de aplicación práctica.
18. Gestiona su trabajo dentro de un entorno de trabajo.
19. Se relacionar con diferentes agentes multidisciplinares con el objetivo de llevar a cabo su investigación.
20. Expone y argumenta y defiende ante un tribunal los resultados obtenidos en el trabajo desarrollado.

REQUISITOS PREVIOS

No se han establecido

COMUNES

MATERIA: GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES (10 ETCS) Asignatura 1	MATERIA: LA RED ELÉCTRICA (12 ETCS) Asignatura 2
GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES Y CO-GENERACIÓN 4 ECTS OBLIGATORIA	APLICACIONES DE CONVERTIDORES CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA 6 ECTS OBLIGATORIA

A ELEGIR ENTRE DOS ITINERARIOS:

ITINERARIO DE ESPECIALIZACIÓN ACADÉMICA	ITINERARIO ORIENTADO A LA INICIACIÓN EN TAREAS DE INVESTIGACIÓN			
MATERIA: PRÁCTICAS DE PROFESIONALIZACIÓN (50 ECTS) Asignatura 3 PRÁCTICAS EN EMPRESA 20 ECTS OPTATIVA (pero obligatoria en el itinerario académico)	MATERIA: TÉCNICAS INSTRUMENTALES Y NUMÉRICAS (6 ECTS) Asignatura 4 MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA INVESTIGACIÓN 3 ECTS OPTATIVA (pero obligatoria en este itinerario) Asignatura 5 MODELIZACIÓN Y	MATERIA: FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN (9 ETCS) Asignatura 6 PAUTAS METODOLÓGICAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA TESIS DOCTORAL 3 ECTS OPTATIVA (pero obligatoria en este itinerario) Asignatura 7 PRODUCCIÓN Y REDACCIÓN	MATERIA: APLICACIONES DE TRACCIÓN Y ACCIONAMIENTOS (18 ECTS) Asignatura 9 APLICACIONES INDUSTRIALES 5 ECTS OPTATIVA (pero obligatoria en este itinerario)	MATERIA: FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN (30 ECTS) Asignatura 10 TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 30 ECTS TFM (obligatoria en este itinerario)

	<p>SIMULACIÓN</p> <p>3 ECTS</p> <p>OPTATIVA (pero obligatoria en este itinerario)</p>	<p>DE TEXTOS CIENTÍFICOS</p> <p>3 ECTS</p> <p>OPTATIVA (pero obligatoria en este itinerario)</p> <p>Asignatura 8</p> <p>GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</p> <p>3 ECTS</p> <p>OPTATIVA (pero obligatoria en este itinerario)</p>		
--	--	--	--	--

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

El enfoque metodológico se basa en:

- ✓ **Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a las materias. (10 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17)**
- ✓ **Realización de ejercicios individualmente y en equipo. (5,5 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 16, 17)**
- ✓ **Realización de prácticas simulación en ordenador, individualmente y en equipo. (5,1 ECTS) (en especial, competencias 1, 2, 3, 4, 8, 12, 13, 16, 17)**
- ✓ **Realización de prácticas de laboratorio (0,9 ECTS) (en especial, competencias 2, 3, 4, 8, 9, 12, 13, 16, 17)**
- ✓ **Realización de visitas a empresas y/o CCTT. (0,5 ECTS) (en especial, competencias 1,2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13).**
- ✓ **Desarrollo, redacción y presentación en equipo, de proyectos (POPBL). (6,4 ECTS). (en especial, competencias 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17)**
- ✓ **Desarrollo, redacción y presentación, de proyectos (POPBL). (25 ECTS). (en especial, competencias 2, 3, 4, 5, 7, 9, 14, 15, 16, 17)**
- ✓ **Pruebas y exámenes. (0,9 ECTS). (en especial, competencias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15)**
- ✓ **Estudio Individual. (5,7 ECTS). (todas las competencias)**

Sistema de Evaluación de la Adquisición de las Competencias

Todas las asignaturas de la materia se evaluarán atendiendo a:

- Las actividades formativas de presentación de conocimientos y estudio individual serán evaluadas con pruebas escritas.
- Las actividades formativas en las que los estudiantes realicen ejercicios y prácticas serán evaluadas a partir de un perfil de competencias que considere el trabajo desarrollado, la documentación entregada (informes), la capacidad de expresión oral, y las habilidades y actitudes mostradas durante el semestre.
- En la evaluación de los proyectos, se tendrán en cuenta:
 - (a) A lo largo del desarrollo del proyecto, la evaluación continua, tanto individual como de equipo, acerca del desempeño de las tareas.
 - (b) Al finalizar el proyecto, la solución dada por el equipo de alumnos, así como la memoria del correspondiente.
 - (c) Finalmente, la defensa oral del proyecto atendiendo tanto a los conocimientos adquiridos como a la calidad de la exposición, a la justificación razonada de los principios y causas últimas que les han llevado a proponer la solución elegida.

Sistema de evaluación del PFM

- Para la evaluación del trabajo fin de máster el/la alumno/a deberá redactar la memoria del trabajo realizado, y presentarlo y defenderlo ante un tribunal constituido al efecto, entre los que al menos uno deberá ser externo a la universidad, del ámbito profesional y experto en el tema del trabajo realizado.
- Para la evaluación tomarán en cuenta:
 - ✚ Memorias de proyectos para la definición de procedimientos de toma de decisiones, la planificación y organización del trabajo
 - ✚ Exposiciones orales de las propuestas de resolución de problemas o planes de planificación y organización.
 - ✚ Gestión del proyecto
 - ✚ Contenido del trabajo
 - ✚ Presentación y defensa del Trabajo Fin de Máster.

Sistema de evaluación del Trabajo de Investigación

- Para la evaluación del trabajo de investigación (trabajo fin de máster), el/la alumno/a deberá redactar la memoria del proyecto de investigación realizado, y presentarlo y defenderlo ante un tribunal de Proyecto de Investigación constituido por 4 doctores con acreditada experiencia investigadora, entre los que al menos uno deberá ser externo a la universidad y experto en el tema del Proyecto de Investigación.

Breve resumen de contenidos:

Asignatura 1: GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES Y CO-GENERACIÓN

- 1.- Aspectos generales.
- 2.- Centrales de energía solar térmica.
- 3.- Centrales de energía solar fotovoltaica.
- 4.- Minicentrales hidráulicas.
- 5.- Centrales de energía de la biomasa.
- 6.- Centrales de energía de energía geotérmica.
- 7.- Centrales de energía de las olas.
- 8.- Centrales de energía de las mareas.
- 9.- Centrales de la energía maremotérmica.
- 10.- Micro-generación.
- 11.- Micro-co-generación (stirling).

[1] J.A. Carta, R. Calero, A. Colmener, "Centrales de energías renovables: Generación de energía eléctrica con energías renovables", Prentice Hall.(UNED)

[2] M. R. Patel, "Wind and Solar Power Systems." CRC Press.

Asignatura 2: APLICACIONES DE CONVERTIDORES CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA

- 1.- Convertidor trifásico conectado a red.
 - Control-modulación (control vectorial+DPC) en funcionamiento normal.
- 2.- Convertidor monofásico conectado a red.
 - Modulación.
 - PLL y transformaciones.
 - Control.
- 3.- Aplicaciones FACTS, mejora del suministro eléctrico y transmisión.
 - Compensación paralelo (Stacoms, SVCs).
 - Compensación serie (SSC, etc...).
 - Filtros activos-pasivos y compensación de armónicos.
 - Almacenamiento de energía.
 - HVDC.
 - Sistemas desequilibrados y faltas de red: Análisis y soluciones basadas en electrónica de potencia.

[1] X.P. Zhang, C., "Power systems" Wiley Science.

[2] X.P. Zhang, C. Rethanz, B. Pal, "HVDC and FACTS controllers: [3] V.K Sood, "Applications of static converters in Power Systems" Wiley Science.

[3] V.K. Sood, "Applications of static converters in Power Systems" Wiley Science.

Asignatura 3: PRACTICAS EN EMPRESA

- Plan de seguridad y prevención de riesgos laborales
- Organización de la empresa
- Estructura organizativa
- Practicas en la empresa

Asignatura 4: MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA INVESTIGACIÓN

- Características de la investigación científica. Fases de la investigación científica.
- El método y la elaboración de teorías científicas.
- El método hipotético-deductivo.
- El método experimental y su diseño

Asignatura 5: MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN

- Modelado de sistemas mediante simulación
- Software de simulación
- Análisis de resultados
- Diseño de experimentos

Asignatura 6: PAUTAS METODOLOGICAS PARA LA ELABORACION DE UNA TESIS DOCTORAL

- Introducción a la historia de la ciencia: corrientes, herramientas y métodos de investigación
- La ciencia y la tecnología en el contexto del siglo XXI
- La divulgación y comunicación científica: pasado y presente
- Consideraciones previas sobre el proceso de elaboración de una TD,
- Definición y determinación del problema,
- Hipótesis de investigación,
- Búsqueda de fuentes y citación,
- Estilos de investigación,
- Elaboración del proyecto de investigación,
- Elementos que componen una TD,
- Aspectos formales, internos e indicadores de calidad.
- Pautas para la defensa oral

Asignatura 7: PRODUCCIÓN Y REDACCIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS

- ¿Qué es un texto científico?
- Estructura del texto científico
- Gramática y léxico del texto científico (en castellano, euskara e inglés)
- Procesadores de textos

Asignatura 8: GESTIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

- Gestión de proyectos (técnica y económica),
- Planificación, Contabilidad,
- Asignación de recursos,
- Fuentes públicas de financiación,
- Planteamiento de un proyecto,
- Estado del arte,
- Divulgación,

- Publicaciones,
- Propiedad Industrial
- Patentes

Asignatura 9: APLICACIONES INDUSTRIALES

1.- Aplicaciones industriales.

- Laminadoras.
- Bobinadoras.
- Fundiciones y acerías.
- Gestión de parques de minerales.
- Coquerías.

2.- Propulsión marina.

- Generación y distribución del barco.
- Control de la red eléctrica del barco.
- Propulsor eléctrico - propulsión naval.

3.- Aplicaciones de bombeo (motores sumergidos).

- Bombeos desde depósito.
- Abastecimiento de ciudades.
- Desalación.
- Captación de agua, trasvases
- Depuración de aguas residuales.

4.- Máquina herramienta.

5.- Grúas

En todos los casos, se estudia la física-dinámica de la aplicación, acompañado por las necesidades de control, sensorización e instrumentación necesarias.

Asignatura 10: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Objeto y finalidad del proyecto
- Planificación y gestión del proyecto
- Estructura
- Tipos de investigación
- Búsqueda de fuentes de información
- Desarrollo
- Comunicación del proyecto

VI. Justificación de adecuación de los recursos humanos disponibles

Personal académico

MECANISMOS DE QUE SE DISPONE PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES Y LA NO DISCRIMINACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

En las siguientes líneas se exponen los mecanismos de que dispone esta Institución para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad. Para ello se resumirán los procesos relacionados con la gestión de las personas, de donde concluiremos que los propios procesos son el aval más importante con que cuenta esta Institución para garantizar la igualdad y la no discriminación.

Esta EPS considera que la Gestión de las Personas es una cuestión clave en Gestión de la Institución. No en vano todas las cuestiones referidas al reconocimiento de las personas, el desarrollo de estas dentro de la Institución y las actuaciones desde la inteligencia emocional están adquiriendo una relevancia inusitada en la empresa actual. Por eso, para garantizar que la gestión es adecuada y de calidad, tiene definida su política de personal en los siguientes términos

POLÍTICA Y OBJETIVOS DE PDI Y PAS

Para el PE del cuatrienio 2009-2012 se aprobó la siguiente Política y Objetivos de PDI y PAS:

POLITICA Y OBJETIVOS DE PDI Y PAS

Mondragon Goi Eskola Politeknikoa José Maria Arizmendiarieta S. Coop. (MGEP), es un proyecto compartido, integrado en MU y MONDRAGON, que cuenta con personas altamente implicadas en el cumplimiento de su Misión. Nuestro modelo organizativo está inspirado en nuestra esencia cooperativa y por lo tanto desarrollamos una organización basada en las personas, cuyos pilares son: la confianza, la comunicación y el trabajo en equipo fundamentado en la autogestión, el compromiso, el liderazgo distribuido, la generosidad y la capacidad de decisión.

Conscientes de la importancia de las personas en el desarrollo de nuestro proyecto compartido, MGEP fomenta, evalúa y valora en las personas de la Institución la actitud positiva-constructiva, la responsabilidad, el compromiso, la disponibilidad, la flexibilidad y su capacidad de liderazgo y motivación. Y se tienen en cuenta tanto en el desarrollo de las personas ya integradas en MGEP como en la selección e incorporación de nuevas personas.

En MGEP prestamos especial atención a la capacidad pedagógica, la capacidad científico-tecnológica, la generación de nuevas oportunidades de negocio, la capacidad de gestión y la calidad en el servicio de todas las personas que se incorporan a la Institución, porque nuestra Misión es transformar la sociedad a través de la Formación Reglada, la Formación Continua y la Investigación y Transferencia. Todo ello con una clara orientación al cliente y a su satisfacción.

La Formación Reglada en un modelo lingüístico trilingüe y la internacionalización de la investigación requieren el desarrollo de una política de selección, formación y capacitación de las personas de MGEP en tres idiomas: Euskera, Castellano e Inglés.

La ley Orgánica de Universidades, la excelencia en la investigación y la calidad de la docencia, requieren la incorporación creciente de PDIs con titulación de doctor. Para cumplir con este requisito, MGEP fomentará la incorporación de doctores, promoverá que el PDI obtenga el grado de Doctor e impulsará el incremento de Personal Investigador en Formación (PIF).

El reto de desarrollar la actividad de Formación Continua en línea con el aprendizaje a lo largo de toda la vida y acorde con la formación especializada requerida por las empresas, nos exige la integración también de personas con titulación superior y experiencia profesional contrastada.

Por todo ello, el Equipo de Coordinación General se compromete a gestionar nuestra institución liderando e impulsando esta Política en cooperación con otras instituciones y agentes, aportando todos los medios a su alcance necesarios para el cumplimiento de los objetivos previstos en ella materializándola en el Plan de Gestión anual.

*El Equipo de Coordinación General y en su nombre: Vicente Atxa Uribe.
Arrasate-Mondragón, 1 de abril de 2009*

Igualmente tiene definidos varios procesos encaminados a la materialización de dicha política. Los siguientes:

- ◆ **Captación, selección, y contratación de PDI y PAS cuya misión es:**
 - Incorporar personas que respondan al perfil requerido para el desarrollo de las actividades que se les asignen.
- ◆ **Consolidación societaria de PDI y PAS, cuya misión es:**
 - Incorporar personas capacitadas como socios trabajadores
- ◆ **Evaluación, promoción, reconocimiento y retribución de PDI y PAS, cuya misión es:**
 - Mejorar el desempeño y la aportación de las personas al desarrollo de MGEP
- ◆ **Formación de PDI y PAS, cuya misión es:**
 - Ampliar el conocimiento y formación de las personas para el desarrollo profesional alineado con la estrategia de MGEP.
- ◆ **Gestión de la participación de colaboradores externos en la docencia, cuya misión es:**
 - Incorporar personal colaborador especializado y/o con experiencia contrastada

Como puede verse, son procesos concatenados entre sí que configuran la visión específica de esta Escuela para la gestión de las personas. Del mismo modo puede apreciarse que todos ellos giran en torno a la **PERSONA** (sean hombres o mujeres). Y, desde esta perspectiva, tanto la contratación del nuevo personal como el desarrollo de la curva de carrera del PDI (y del PAS) de esta Institución, se hacen en función de indicadores que para nada tienen que ver con el sexo o la mayor o menor capacidad física, sino con el correcto desempeño profesional y el cumplimiento de los objetivos previstos en el Plan Estratégico y Plan de Gestión. Ni en sus textos ni en su espíritu se observan actuaciones que conculquen ninguno de los principios recogidos en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad; ni en la Convención de Naciones Unidas sobre la eliminación de todas las formas de discriminación sobre la mujer.

Para el desarrollo de la docencia en este título, se disponen del siguiente PDI

Categoría	Experiencia	Tipo de vinculación con la universidad	Adecuación a los ámbitos de conocimiento	Información adicional
12 DOCTORES	4 CON EXPERIENCIA ENTRE 10 Y 15 AÑOS; 4, ENTRE 5 Y 10 AÑOS; 3, ENTRE 2 Y 5 AÑOS; Y 1, < 2 AÑOS	EL 100 % DE LOS DOCTORES SOCIOS (FIJOS) Y CON DEDICACIÓN A JORNADA COMPLETA	9 PERTENECEN AL ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ELECTRÓNICA; 2, A CIENCIAS BÁSICAS; 1, A ORGANIZACIÓN.	SUPONEN EL 60% SOBRE EL PERSONAL DE LA TITULACIÓN. 4 DE ELLOS CON EVALUACIÓN POSITIVA ANECA Y/O UNIQUAL. IMPARTEN EL 54% DE LOS CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN LA FORMACIÓN DEL ITINERARIO DE INICIACIÓN EN TAREAS DE INVESTIGACIÓN SERÁ

				COMPETENCIA EXCLUSIVA DE PARTE DE ESTE COLECTIVO DE DOCTORES AFECTO A LA TITULACIÓN; Y 15 CRÉDITOS DE ESTE ITINERARIO SON COMUNES A TODOS LOS MÁSTERS QUE TENGAN INTEGRADO EL ITINERARIO DE INVESTIGACIÓN
8 INGENIEROS Y LICENCIADOS	1 CON EXPERIENCIA > 20 AÑOS; 1, ENTRE 15 Y 20 AÑOS; 3, ENTRE 10 Y 15 AÑOS; 2, ENTRE 2 Y 5 AÑOS; Y 1, < 2 AÑOS	EL 62% SON SOCIOS (FIJOS) Y CON DEDICACIÓN A JORNADA COMPLETA	LOS 8 PERTENECEN AL ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ELECTRÓNICA	SUPONEN EL 40% SOBRE EL PERSONAL DE LA TITULACIÓN IMPARTEN EL 46% DE LOS CRÉDITOS DE LA TITULACIÓN

OTROS RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES

Tipo de vinculación con la universidad	Formación y experiencia profesional
8 DOCTORES DE OTRAS UNIVERSIDADES O CENTROS TECNOLÓGICOS O DE LABORATORIOS COLABORAN EN LA TUTELA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LOS ALUMNOS.	SON INVESTIGADORES CON EXPERIENCIA CONTRASTADA EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
MÁS DE 20 PROFESIONALES QUE AL AMPARO DEL CONVENIO UNIVERSIDAD-EMPRESA COLABORAN EN LA DIRECCIÓN DE TRABAJOS FIN MASTER	SON DIRECTORES DE PROYECTO; INVESTIGADORES; JEFES DE PLANTA; RESPONSABLE DE DEPARTAMENTOS... CON EXPERIENCIA CONTRASTADA (MEDIANTE ENCUESTAS Y RESULTADOS DE LOS PFC) EN LA CODIRECCIÓN DE TRABAJOS FIN DE CARRERA.

PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS

INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS

ACTIVIDAD	LICENC.			DIPLOM.			INGENIERO/A			ING. TÉCNICO/A			CFGS Ó FP2		
	socio	contrat.	total	socio	contrat.	total	socio	contrat.	total	socio	contrat.	total	socio	contrat.	total
Finanzas	5	2	7	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Compras y almacén	2	1	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Servicios Académicos	3	0	3	2	1	3	1	0	1	0	0	0	2	3	5
Gestión de Edificios y mantenimiento laboratorios	1	0	1	2	2	4	0	0	0	1	0	1	7	3	10
Sistemas de Información	1	0	1	0	0	0	2	2	4	1	0	1	0	0	0
Colegio Mayor	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Secretarías de Dirección	1	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2

Biblioteca	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Prevención riesgos laborales	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	18	5	23	10	3	13	3	2	5	2	0	2	11	8	19	62
Porcentaje con respecto al total	29	8,06	37,1	16,1	4,84	20,97	4,84	3,23	8,06	3,23	0	3,23	17,7	12,90	30,6	100,00

(*) Hace referencia al total del PAS de la Escuela Politécnica Superior; y por lo tanto con dedicación parcial a esta titulación.

INFORMACIÓN SOBRE LOS/AS TÉCNICOS LABORATORIO

	ING. TÉCNICO/A			total Téc. Lab. (*)
	socio	contrat.	total	
Dpto. Electrónica e Informática	3	0	3	3
Dpto. Mecánica y Producción Industrial	5	1	6	6
TOTAL	8	1	9	9
Porcentaje con respecto al total	88,9	0,11	100	100

Hace referencia al total de los técnicos de laboratorio de la Escuela Politécnica Superior; y por lo tanto con dedicación parcial a esta titulación.

Nota aclaratoria: El personal 'socio' es fijo; y el personal 'contrat.' lo está 'por cuenta ajena' y se trata de personal eventual.

VII. Disponibilidad y adecuación de recursos materiales y servicios

Justificación de que los medios materiales y servicios clave disponibles (espacios, instalaciones, laboratorios, equipamiento científico, técnico o artístico, biblioteca y salas de lectura, nuevas tecnologías, etc.) son adecuados para garantizar el desarrollo de las actividades formativas planificadas, observando los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos

JUSTIFICACIÓN DE LA ADECUACIÓN DE LOS MEDIOS MATERIALES Y SERVICIOS DISPONIBLES.

MATERIALES Y SERVICIOS DISPONIBLES EN LA UNIVERSIDAD

Aulas de docencia:

Para los próximos 2 años se ha hecho la siguiente previsión de alumnado en este Máster:

Curso/año académico	Año 2011-12	Año 2012-13
1º	24	26
2º		20
TOTAL ALUMNOS EN MÁSTER	24	46

Los alumnos y alumnas matriculados en el Máster Universitario en energía y electrónica de potencia contarán con aulas de capacidad para 40 alumnos/grupo que garantiza la adecuación en cantidad a las previsiones de alumnado.

Todas las aulas de teoría están dotadas de pizarra, retroproyector, cañón, ordenador (o terminal) y acceso a red. Son adecuadas en calidad a las necesidades del grupo de alumnos que deben acoger en cada caso y a las metodologías previstas para el desarrollo de la docencia: clases participativas, trabajo en equipo, etc.

Para el estudio y el desarrollo de trabajos individuales y en equipo fuera del horario lectivo, los alumnos del título disponen (compartiéndolos con los alumnos del resto de titulaciones de la Escuela) de las aulas de docencia libres, de varias salas de trabajo en la biblioteca, de dos salas de proyectos y de 16 salas de ordenadores conectados a red, que garantizan el uso individual de los ordenadores. Además, en el campus existe conexión a red inalámbrica.

En la Intranet se les informa de los recursos de sistemas de información de que disponen y se explica el funcionamiento de las aulas informáticas en horario lectivo y no lectivo. Las necesidades de aulas y equipos informáticos para la docencia las gestiona el Departamento responsable de la gestión de horarios; y el uso discrecional por parte del alumnado es atendido por los propios alumnos, en función de la disponibilidad de los citados recursos; información que es pública y a la que puede accederse desde todos los PCs de la Escuela y desde la Secretaría Virtual.

Finalmente, existe una "Normativa para la utilización de los recursos informáticos de la EPS" recogida en la Intranet que tiene por objeto: 1) Proteger la reputación y buen nombre de esta EPS en la Red (Internet); 2) Garantizar la seguridad, rendimientos y privacidad de los sistemas y máquinas de nuestra organización y de las demás; 3) Evitar situaciones que puedan causar a la EPS algún tipo de responsabilidad civil o penal; 4) Preservar la privacidad y seguridad de nuestros usuarios; 5) Garantizar el correcto funcionamiento de los recursos informáticos de la EPS; y 6) Proteger la labor realizada por las personas que trabajan en nuestros servicios informáticos.

Laboratorios y espacios experimentales: adecuación y equipamiento

Los alumnos del título de Máster Universitario en energía y electrónica de potencia disponen para las prácticas en el Centro Educativo de los siguientes laboratorios, talleres y espacios experimentales, con el equipamiento que se detalla para cada uno de ellos:

	aulas informática	laboratorios	TOTAL
Superficie m2	superficie m2	superficie m2	superficie m2
Laboratorio de Microinformática I	108		108
Laboratorio de Microinformática II	108		108
Laboratorio de Electrónica Analógica y Digital I		99	99
Laboratorio de Electrónica Analógica y Digital II		95	95
Laboratorio de Electrónica General I		43	43
Laboratorio de Electrónica General II		43	43
Laboratorio de Electrónica General III		43	43
Laboratorio de Automática Industrial		73	73
Laboratorio de Automatismos Eléctricos		93	93
Laboratorio de Integración de Sistemas y Robótica		92	92
Laboratorio de Control de Máquinas		42	42
Laboratorio de Electrónica de Potencia I		43	43
Laboratorio de Electrónica de Potencia II		85	85
Laboratorio de Instrumentación		87	87
Laboratorio de Máquinas Eléctricas		117	117
Laboratorio de Automatización y Comunicaciones Industriales		126	126
Laboratorio de Media Tensión		189	189
TOTAL	216	1272	1488

- ❖ Laboratorio de Microinformática I:
Cuenta con 18 puestos, equipados cada uno de ellos con un PC. Orientado a exposición teórico-práctica y ejercicios.
- ❖ Laboratorio de Microinformática II:
Cuenta con 18 puestos, equipados cada uno de ellos con un PC. Orientado a exposición teórico-práctica y ejercicios.
- ❖ Laboratorio de Electrónica Analógica y Digital I:
Cuenta con 18 puestos, equipados cada uno de ellos con fuente de alimentación, osciloscopio y generador de funciones. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Electrónica Analógica y Digital II:
Cuenta con 18 puestos, equipados cada uno de ellos con fuente de alimentación, osciloscopio y generador de funciones. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Electrónica General I:

Cuenta con 6 puestos. Orientado a espacio experimental y trabajo fin de grado.

- ❖ Laboratorio de Electrónica General II:
Cuenta con 6 puestos. Orientado a espacio experimental y trabajo fin de grado.
- ❖ Laboratorio de Electrónica General III:
Cuenta con 6 puestos. Orientado a espacio experimental y trabajo fin de grado.
- ❖ Laboratorio de Automática Industrial:
Cuenta con 12 puestos, equipado cada uno de ellos con una maqueta didáctica de regulación de un sistema físico. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Automatismos Eléctricos:
Cuenta con 18 puestos, equipados cada uno de ellos con un panel de aparallaje doméstico y automatismo eléctrico. Orientado a prácticas.
- ❖ Laboratorio de Integración de Sistemas y Robótica:
Cuenta con 4 puestos, y contiene un proceso automatizado donde se integran distintos sistemas. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Control de Máquinas:
Cuenta con 8 puestos, equipados cada uno de ellos con osciloscopio y maqueta didáctica de control de máquina. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Electrónica de Potencia I:
Cuenta con 8 puestos, equipados cada uno de ellos con osciloscopio y maqueta didáctica de convertidor estático. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Electrónica de Potencia II:
Cuenta con prototipos de convertidores estáticos, instrumentación general, cargas pasivas y bancadas de máquinas. Orientado a espacio experimental, trabajos Fin de Grado y Máster dentro de la Línea de Investigación de Energía.
- ❖ Laboratorio de Instrumentación:
Cuenta con 16 puestos, equipados cada uno de ellos con un PC con software y hardware para adquisición y tratamiento de señales. Orientado a prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Máquinas Eléctricas:
Cuenta con 6 puestos, equipados cada uno de ellos con una bancada de dos máquinas enfrentadas de 20 Kw cada una. Orientado a prácticas.
- ❖ Laboratorio de Automatización y Comunicaciones Industriales:
Cuenta con 17 puestos, equipados cada uno de ellos con autómatas, PC y red de comunicación. Orientado a ejercicios, prácticas y espacio experimental.
- ❖ Laboratorio de Media Tensión:
Se trata de un espacio adecuado en cuanto a protecciones y altas medidas de seguridad para trabajar con potencia y rangos de tensión de hasta 4780 Vac. Orientado a espacio experimental, trabajos Fin de Grado y Master dentro de la Línea de Investigación de Energía.

Con el fin de garantizar que todos los alumnos realizan las prácticas planificadas a lo largo de los estudios, los grupos de teoría se desdoblaron en grupos de prácticas de 12 a 24 alumnos en función de la materia y los laboratorios utilizados. Y si en las prácticas se requiere el uso de equipamiento especializado los alumnos realizan las prácticas en grupos de 3 ó 4 alumnos, para realizar de forma rotativa las prácticas planificadas.

Recursos de simulación y experimentación

Mediante las siguientes plataformas de simulación, los alumnos tienen la posibilidad de validar y evaluar en una primera instancia los desarrollos teóricos y analíticos realizados.

Plataformas de simulación disponibles:

- Elementos finitos.
 - o Flux 2D.
 - o Flux 3D.
- Plataformas genéricas de simulación.
 - o Matlab.
 - o PSCAD.
 - o SABER.
 - o PSIM.

Tras la validación y evaluación en simulación de los desarrollos realizados, los alumnos deberán validar experimentalmente dichos desarrollos. Para este segundo estadio de validación los alumnos dispondrán de plataformas experimentales, que constan de los siguientes recursos básicos:

Plataformas de experimentación

Plataformas de prototipado rápido:

- 6 plataformas dSPACES 1103 y 1104, de implementación, control y evaluación de algoritmos de control.
- 1 plataforma national Instruments PXI, de adquisición de datos y de implementación de algoritmos de control y medida (valores eficaces, valores medios, filtrado de medidas instantáneas, FFTs, espectros, etc...).

Plataformas de diseño de máquinas.

- Caracterizador de materiales ferro-magnéticos.
- Bobinadoras.
- Montaje y evaluación de máquinas eléctricas.

Plataformas de diseño de convertidores.

- Convertidores comerciales.
- Drives comerciales.
- Gama de semiconductores y drivers de diferentes tensiones y potencias.
- Medidor de aislamientos (Fuente tensión de alta tensión).

Plataformas de bancadas de motores enfrentados.

- Síncronos de diferentes topologías.
- Asíncronos.
- Doblemente alimentadas.

Medios materiales y servicios disponibles en las Instituciones colaboradoras

Los alumnos cursan parcialmente los estudios en otras Instituciones, bien cuando participan en programas de movilidad, bien cuando realizan las prácticas externas en las empresas.

Los programas de movilidad al amparo del programa Erasmus se realizan en Universidades y laboratorios de Investigación, de prestigio y calidad reconocidos a nivel europeo. No obstante, el Departamento de Relaciones Internacionales verifica 'in situ' estos extremos con visitas periódicas a los alumnos a lo largo de su estancia en el extranjero, y a través de las encuestas de satisfacción cumplimentadas por

los alumnos que participan en los programas de movilidad.

En el caso de las prácticas externas en empresas asociadas al TFM, a los estudiantes que participan en ellas se les asigna un director y un tutor: el director orienta al alumno en los aspectos técnicos del proyecto; y los cometidos del tutor, cuya responsabilidad recae siempre en una persona de la Escuela, son principalmente, velar por que el trabajo reúna los requisitos académicos exigidos, y por que el alumno cuenta en la empresa con los materiales y servicios, en cantidad y calidad suficiente, para el desarrollo del TFM. Actualmente la tutoría de PFC se lleva a cabo con ayuda de la plataforma Moodle.

Al finalizar la estancia en la empresa los alumnos cumplimentan una encuesta en la que exponen su nivel de satisfacción en relación los medios materiales y servicios de los que ha dispuesto para el desarrollo del TFM. Cuando la satisfacción no es la adecuada se emprenden las acciones de mejora que el Comité de Trabajo Fin de Máster estime adecuadas al caso.

Con el mismo objeto, los responsables de las empresas cumplimentan otra encuesta de satisfacción que sirve también como contraste externo del perfil profesional y de las competencias adquiridas por nuestro alumnado.

Espacios y equipamiento del personal académico y del personal de servicios

El personal académico con docencia en este título (20 profesores) pertenece a 2 Departamentos: el de Mecánica y Producción Industrial y el de Electrónica e Informática, distribuido en las áreas de conocimiento de Electrónica, Ciencias Básicas, y Organización Industrial.

La superficie total estimada en m² para el desarrollo y coordinación de las funciones del docente e investigador (PDI) suman en torno a 1500 m² lo que hace un ratio de 11,53 m² por persona. Todos los puestos de trabajo están dotados de ordenador y acceso a la red.

El personal de Administración y Servicios (PAS) de la Escuela Politécnica Superior cuenta con una superficie total de 768,12 m², lo que hace un ratio de 12,19 m²/persona. También para este colectivo la dotación de medios y recursos es adecuada: todos los puestos de trabajo tienen un ordenador de uso exclusivo con punto de conexión a la red y una impresora por cada 3 personas.

Además de las superficies contempladas en cada uno de los Departamentos, existen varias salas de reuniones multifuncionales que incrementan la superficie a disposición tanto del PDI como del PAS.

Biblioteca y acceso a fondos documentales

La Biblioteca es un centro de recursos para el aprendizaje y la Investigación de 1650 m², equipada con red inalámbrica, en el que se encuentran los siguientes equipamientos: 294 puestos de trabajo, 8 salas de trabajo y 1 sala de ordenadores.

Ofrece a los usuarios 62 PC/terminales para dar acceso, según el perfil establecido para cada usuario, a todas las aplicaciones informáticas necesarias para el desarrollo de su formación. Cuenta también con impresoras, lectores de CD, lectores de DVD, escáner, etc..

El horario de apertura habitual es de 7:45h. a 24:00h., excepto en los períodos de exámenes que permanece abierta hasta las 2:00h., adecuando el horario a las necesidades de los alumnos.

Al objeto de cumplir con los cometidos que tiene asignados, la biblioteca ofrece, entre otros, los siguientes recursos de información:

- ✓ Acceso al catálogo conjunto de las bibliotecas de M.U., y enlaces desde estos a otros catálogos.
- ✓ Acceso a la información más relevante en el mundo de la ingeniería a través del portal Engineering Village, con acceso a Compendex e Inspect, Portal ISI Web of Knowledge, Bases de Datos del CSIC, etc.

- ✓ Acceso a revistas electrónicas.
- ✓ Acceso al servicio de alertas de sumarios electrónicos; así como a servicios de alertas electrónicas de otras Universidades con las que colabora (Dialnet), y a grandes fuentes de sumarios electrónicos (Ingenta...).
- ✓ Acceso a Refwoks (aplicación para la gestión de referencias bibliográficas).

Y entre los servicios que presta, destacan los siguientes:

- ✓ Información bibliográfica especializada.
- ✓ Préstamo interbibliotecario.
- ✓ Préstamo de tarjetas de comunicaciones para acceso a red inalámbrica; de ordenadores portátiles; de videocámaras; y de equipos de reproducción, tratamiento y edición de imágenes.
- ✓ Cursos de formación a alumnos, profesores e investigadores para la utilización de la biblioteca y los recursos de información que esta ofrece.

Otras instalaciones al servicio de los alumnos

Se incluyen en este apartado varios espacios comunes que, sin estar ligados directamente con la formación académica de los alumnos ni a ninguna enseñanza en concreto, contribuyen a su integración en el campus universitario y a su desarrollo personal, tales como:

- ✓ El Colegio Mayor Pedro Viteri y Arana, con capacidad para 280 estudiantes. Ofrece a los alumnos alojamiento y formación complementaria
- ✓ Locales comunes, cafetería y comedor para todo el personal (alumnos, PDI o PAS que requieran de estos servicios).
- ✓ Instalaciones deportivas integradas en el campus universitario.

Mecanismos para garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios, y su actualización

Todas estas instalaciones son adecuadas en cantidad y en calidad; y la labor de mantenimiento desarrollada a distintos niveles por el departamento de Gestión de Edificios de esta Escuela Politécnica Superior es fundamental. Entre otras destacamos:

- ✓ el mantenimiento preventivo de todos los edificios, instalaciones, talleres y laboratorios,
- ✓ la responsabilidad de limpieza y celaduría de los edificios,
- ✓ la responsabilidad sobre el equipamiento didáctico de las aulas, proponiendo la incorporación de las nuevas tecnologías de la información, y haciendo especial hincapié en la ergonomía del puesto del alumno,
- ✓ la prevención de riesgos laborales y la gestión medioambiental,

El PG económico anual, contempla la Previsión de Gastos e Ingresos del ejercicio, tanto de la Institución como de cada Unidad Estratégica de Gestión; y la Previsión de Inversiones en función de las subvenciones y de los resultados que se esperan obtener. Estas partidas presupuestarias se destinan a la remodelación de espacios, la renovación, la adaptación a las normas de seguridad y a la adecuación a la norma de accesibilidad universal y diseño para todos. Merced a estas continuas mejoras todos los espacios exteriores del Campus y todos los edificios en los que se ubican las aulas y espacios experimentales que requieren los alumnos del título están adaptados a dicha norma de accesibilidad.

Por lo que concluimos este capítulo indicando que la titulación dispone de todos los recursos materiales y servicios requeridos para el desarrollado de las actividades formativas planificadas; y que se contemplan mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el

mantenimiento de los materiales y servicios disponibles en la universidad y en las instituciones colaboradoras, así como los mecanismos de su actualización.

Previsión

Convenios de colaboración con otras instituciones (archivo pdf: ver anexo)

VIII. Resultados previstos

Justificación de los indicadores

VALORES CUANTITATIVOS ESTIMADOS PARA LOS INDICADORES Y SU JUSTIFICACIÓN: TASA DE GRADUACIÓN, TASA DE ABANDONO, TASA DE EFICIENCIA.

Debido al carácter del título, el perfil del título que pretende y los conocimientos que aborda, se ha entendido que las estimaciones de tasa de graduación, tasa de abandono y tasa de eficiencia que se propongan pueden basarse en la experiencia previa de esta Universidad en las enseñanzas de segundo ciclo a las que en cierta manera sustituirán este máster, esto es, la Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial.

◆ Tasa de graduación

Se entiende por tasa de graduación el porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios o en un año académico más en relación con su cohorte de entrada.

Datos procedentes de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (utilizados como referencia para este Máster)

	% estudiantes finalizan en tiempo previsto	% estudiantes finalizan en tiempo previsto más un año	Tasa de graduación
Cohorte ingreso 2005-06	89%	9%	97%
Cohorte ingreso 2004-05	92%	7%	98%

◆ Tasa de abandono

Se entiende por tasa de abandono la relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el anterior.

Datos procedentes de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (utilizados como referencia para este Máster)

	% Tasa de abandono
Cohorte ingreso 2005-06	3%
Cohorte ingreso 2004-05	2%

◆ Tasa de eficiencia

Se entiende por tasa de eficiencia la relación porcentual entre el número total de créditos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de graduados de un determinado año académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.

Datos procedentes de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (utilizados como referencia para este Máster)

	% Tasa de eficiencia
Cohorte ingreso 2005-06	90%
Cohorte ingreso 2004-05	90%

Es presumible que los estudiantes que accedan a estas enseñanzas de Máster Universitario sean alumnos recién titulados en estudios previos de Grado o similares que cursarán las enseñanzas con dedicación completa. Por ello, se proponen las tasas de graduación, de abandono y de eficiencia que se detallan a continuación.

Tasa de graduación	90.0	Tasa de abandono	5.0	Tasa de eficiencia	90.0
Denominación	Definición			Valor	
Progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes					
<p>El progreso y resultados de aprendizaje de los alumnos se medirán con los siguientes mecanismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ La actitud y aportación a la dinámica de aprendizaje del grupo a lo largo de todo el curso. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Los resultados obtenidos por los alumnos en las pruebas y trabajos realizados individualmente o en equipos de trabajo ✓ Los resultados obtenidos en las estancias de movilidad (si las hubiere) ✓ Los resultados del TFM (trabajo Fin de Máster) ❖ La actitud y aportación a la dinámica de aprendizaje del grupo <ul style="list-style-type: none"> ✓ La participación de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje será fundamental, entendida como una participación que enriquece y que contribuye a la dinámica de aprendizaje del grupo. Tanto es así que supondrá el 20% de la nota de prácticamente todas las materias del máster. Los responsables de las materias establecerán los mecanismos y criterios para medir esta actitud y aportaciones. ❖ Los resultados obtenidos por los alumnos en las pruebas y trabajos realizados individualmente o en equipos de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Como se ha indicado en el apartado PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS de esta memoria al describir los módulos y materias que constituyen el plan de estudios, uno de los mecanismos que se utilizará para evaluar el progreso de los estudiantes es el desarrollo de pruebas y trabajos individuales o en equipos de trabajo asignados por los profesores y que les permitan evaluar la adquisición de los contenidos y competencias. En estos trabajos se les exigirá analizar, valorar e incluso resolver casos y problemas reales de empresa, o incluso desarrollar propuestas de emprendizaje. ❖ Resultados obtenidos en las estancias de movilidad <ul style="list-style-type: none"> ✓ Las estancias de movilidad exigirán al alumno el tener que valerse de las capacidades y competencias adquiridas a lo largo de los estudios de Máster. Académicamente, deberán desenvolverse con solvencia en los estudios que cursen en el extranjero y cumplir los objetivos que se le planteen. Se le valorarán especialmente la capacidad demostrada para aplicar los conocimientos adquiridos y la capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio; y la capacidad para comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ❖ Resultados obtenidos en el TFM y en las prácticas externas <ul style="list-style-type: none"> ✓ A todos los alumnos se les exigirá la realización de un trabajo fin de máster interdisciplinar como síntesis de los estudios o un trabajo de investigación (dependiendo del itinerario elegido), que deberán desarrollarlo en la empresa. Al concluir el TFM el alumno debe presentar y defender su trabajo ante un tribunal (tal como se ha indicado al describir los módulos y materias del título), en el que participan profesionales colaboradores. En este contexto, los mecanismos que se plantean deben entenderse como resultados de aprendizaje que van a permitir valorar el progreso de los estudiantes: los dos primeros, de carácter interno; los otros dos restantes, de carácter externo; y que tienen especial relevancia por cuanto que el alumno deberá desenvolverse en situaciones y contextos muy similares a los que se le plantearán, o incluso se le plantean ya, en su desempeño profesional. 					

IX. Garantía de calidad

Información sobre el sistema de garantía de calidad

El Sistema de Garantía Interna de la Calidad de la Escuela Politécnica Superior ha sido valorado positivamente por UNIQUAL, a tenor del informe provisional remitido por dicha Agencia de Calidad el pasado 22 de julio de 2010.

X. Calendario de implantación de la titulación

Calendario de implantación				
Las nuevas enseñanzas de Máster se implantarán en el curso 2011-12.				
Titulación	curso	2011-12	2012-13	
Máster Universitario en Energía y Electrónica de Potencia	1º	X		
	2º		X	
Curso de implantación				
2011-2012				
Procedimiento de adaptación en su caso de los estudiantes de los estudios existentes al nuevo plan de estudios				
No se ha previsto.				
Enseñanzas que se extinguen por la implantación del siguiente título propuesto				
<p>La integración en el máster de un itinerario orientado a la iniciación en tareas de investigación (estrategia que se está siguiendo tanto en este Máster que nos ocupa como en el resto de nuevos másteres que se están proponiendo), abocan a esta Universidad a la extinción paulatina del Máster Universitario en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (concebido y diseñado con arreglo al Real Decreto 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado, y verificado por ANECA mediante procedimiento abreviado, como Máster universitario con una orientación exclusiva de acceso al doctorado).</p>				
Calendario de amortización del Máster Universitario en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones				
<i>Titulación</i>		2011-2012	2012-2013	2013-2014
Máster Universitario en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	Curso amortizado: 1º	En 1º, sólo dcho. a exámenes	En 1º, sólo dcho. a exámenes	Sólo dcho. a exámenes (tanto en 1º como en 2º)
	Curso amortizado: 2º	Docencia y exámenes	En 2º, sólo dcho. a exámenes	