

# Memoria de Actividades Curso 2006/2007



## Departamento de Ingeniería Eléctrica

Universidad de Zaragoza



## INDICE

1.	PRESENTACIÓN .....	3
2.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA .....	7
2.1	ÁREA DE CONOCIMIENTO .....	9
2.2	CENTROS UNIVERSITARIOS .....	9
2.3	CENTROS UNIVERSITARIOS Adscritos .....	9
2.4	SEDE DEL DEPARTAMENTO .....	9
2.5	EQUIPO DIRECTIVO .....	10
2.6	COMISIONES DEL DEPARTAMENTO .....	10
2.7	RESPONSABLES DE ÁREA EN CENTROS .....	10
3.	PERSONAL DEL DEPARTAMENTO .....	11
3.1	PROFESORADO CON DOCENCIA EN EL CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR .....	13
3.2	PROFESORADO CON DOCENCIA EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL .....	13
3.3	PROFESORADO CON DOCENCIA EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE TERUEL .....	14
3.4	PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS .....	15
3.5	MODIFICACIONES DURANTE EL CURSO 2006/2007 .....	15
3.5.1	ALTAS .....	15
3.5.2	BAJAS .....	15
3.5.3	COMISIÓN DE SERVICIOS .....	16
3.5.4	CAMBIOS DE SITUACIÓN .....	16
4.	ACTIVIDAD DOCENTE – CURSO 2006/2007 .....	17
4.1	PRIMER Y SEGUNDO CICLO .....	19
4.1.1	INGENIERÍA INDUSTRIAL. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. PLAN DE ESTUDIOS BOE 1 DE FEBRERO DE 1995 .....	19
4.1.2	INGENIERÍA QUÍMICA. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. PLAN DE ESTUDIOS BOE 29 DE FEBRERO DE 1996 .....	19
4.1.3	INGENIERÍA INFORMÁTICA. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. PLAN DE ESTUDIOS BOE 1 DE ENERO DE 1998 .....	19
4.1.4	INGENIERÍA TÉCNICA EN DISEÑO INDUSTRIAL. E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. PLAN DE ESTUDIOS BOE 28 DE NOVIEMBRE DE 2001 .....	19
4.1.5	INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD ELECTRÓNICA INDUSTRIAL. E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. PLAN DE ESTUDIOS BOE 30 DE AGOSTO DE 1993 .....	19
4.1.6	INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD. E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. PLAN DE ESTUDIOS BOE 8 DE ENERO DE 2000 .....	20
4.1.7	INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD MECÁNICA. E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. PLAN DE ESTUDIOS BOE 8 DE ENERO DE 2000 .....	20
4.1.8	INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD QUÍMICA INDUSTRIAL. E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. PLAN DE ESTUDIOS BOE 8 DE ENERO DE 2000 .....	20
4.1.9	INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIONES. ESPECIALIDAD SISTEMAS ELECTRÓNICOS. E.U. POLITÉCNICA DE TERUEL. PLAN DE ESTUDIOS BOE 14 DE SEPTIEMBRE DE 2000 .....	20
4.1.10	PROYECTOS FIN DE CARRERA. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. PLAN 1995 .....	20
4.1.11	PROYECTOS FIN DE CARRERA. E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL .....	22
4.1.12	CONFERENCIAS, CURSOS Y SEMINARIOS .....	27
4.1.13	PRÁCTICAS EXTERNAS .....	27
4.2	TERCER CICLO .....	28
4.2.1	CURSOS DE DOCTORADO .....	28
4.2.2	LÍNEAS / TRABAJOS DE DOCTORADO .....	29
4.2.3	CONFERENCIAS, CURSOS Y SEMINARIOS .....	31
4.3	ESTUDIOS PROPIOS .....	32
4.3.1	MASTER EUROPEO EN ENERGÍAS RENOVABLES .....	32
5.	ACTIVIDAD INVESTIGADORA - CURSO 2006/2007 .....	33
5.1	TESIS DOCTORALES .....	35
5.1.1	TESIS DOCTORALES DEFENDIDAS .....	35
5.1.2	TESIS DOCTORALES EN REALIZACIÓN .....	35
5.2	ACTIVIDADES .....	36
5.2.1	ARTÍCULOS PUBLICADOS .....	36
5.2.2	ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS Y CONTRATOS .....	38
5.2.3	PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE I+D FINANCIADOS EN CONVOCATORIAS PÚBLICAS .....	39

5.2.4	CONTRIBUCIONES A CONGRESOS .....	40
5.2.5	PATENTES .....	41
5.3	GRUPOS Y LÍNEAS DE TRABAJO .....	42
5.3.1	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS .....	42
5.3.2	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEAS ELÉCTRICAS Y SUBESTACIONES .....	42
5.3.3	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DE GENERACIÓN Y SUMINISTRO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO .....	43
5.3.4	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MERCADOS ELÉCTRICOS.....	43
5.3.5	GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE APLICACIONES DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS .....	44
5.3.6	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	44
5.3.7	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES A LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO .....	44
5.3.8	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA .....	45
5.3.9	GRUPO DE INVESTIGACIÓN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (RECONOCIDO OFICIALMENTE POR EL GOBIERNO DE ARAGÓN DESDE 2004, GRUPO T49).....	45
5.3.10	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN COMPUTACIÓN SUAVE APLICADA EN LOS SISTEMAS DE POTENCIA (PERTENECE AL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GE3 – GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA) .....	46
5.3.11	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ANÁLISIS INTEGRAL DE RECURSOS EÓLICOS.....	46
5.3.12	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN POTENCIAL Y RECURSO EÓLICO .....	47
5.3.13	GRUPO DE TRABAJO DE AUTOMATIZACIÓN Y ACCIONAMIENTOS .....	47
5.3.14	LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA .....	48
5.3.15	LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	48
5.3.16	LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....	48
5.3.17	GRUPO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CALIDAD EN EDUCACIÓN EN INGENIERÍA (EDUQTECH) ....	49
5.3.18	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN APLICACIONES DE LA MEDIDA DE CORRIENTE ELÉCTRICA (GIAMCE) .....	49
5.3.19	GRUPO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PROTOTIPOS INDUSTRIALES (INDEPRO) .....	50
5.3.20	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ANÁLISIS NUMÉRICO Y RESOLUCIÓN –MEDIANTE MEF- DE PROBLEMAS ELECTROMAGNÉTICOS APLICADOS A LA INGENIERÍA ELÉCTRICA .....	50

**1.**

---

**PRESENTACIÓN**



La presente memoria de la actividad desarrollada por el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Zaragoza, pretende reflejar el esfuerzo y la labor desempeñada por las personas que aquí trabajamos durante el curso académico 2006/2007.

La memoria ha pretendido reflejar las líneas de trabajo actuales y los hechos más significativos acaecidos durante el último año, pero no se debe olvidar que en el Departamento existe un potencial humano muy importante, capaz de desarrollar muchas actividades, tanto docentes, que es una de las misiones claves de la Universidad, como de investigación y desarrollo tecnológico, que es otro de los grandes retos que la Universidad, y, en particular, este Departamento tiene asumido.

En las páginas que siguen, el lector podrá encontrar el conjunto de personas que componemos el Departamento, las actividades docentes desarrolladas en los tres Centros de la Universidad de Zaragoza en los que impartimos docencia reglada, las actividades investigadoras que se han llevado a cabo y finalmente unas breves reseñas de las líneas de trabajo de mayor relevancia en el Departamento junto con las personas que las integran y algunas de las acciones desarrolladas.

Por último, quiero señalar que la memoria se elabora a lo largo del curso siguiente, por lo que la información llega con bastante retraso para alguno de los fines que esperamos al elaborarla. Espero que esta información sirva para difundir la actividad desarrollada y pondremos todo nuestro empeño en que esta actividad siga creciendo constantemente y, no sólo en cantidad sino en calidad, adaptándonos al máximo a las necesidades de la Sociedad y apoyando al máximo el desarrollo humano científico y técnico de nuestra Comunidad Autónoma.

Miguel García Gracia  
Director del Departamento



**2.**

---

**ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**





## 2.1 AREA DE CONOCIMIENTO

El Departamento de Ingeniería Eléctrica esta formado por el Área de Conocimiento de Ingeniería Eléctrica.

## 2.2 CENTROS UNIVERSITARIOS

Centro Politécnico Superior (CPS)	María de Luna, 3 Edif. Torres Quevedo 50018-Zaragoza
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (EUITI)	María de Luna, 5 Edif. Betancourt 50018-Zaragoza
Escuela Universitaria Politécnica de Teruel (EUPTe)	Ciudad Escolar, s/n 44005-Teruel

## 2.3 CENTROS UNIVERSITARIOS ADSCRITOS

Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia de Doña Godina	Mayor, s/n 50100-La Almunia de Doña Godina (Zaragoza)
---	---

## 2.4 SEDE DEL DEPARTAMENTO

Secretaría del Departamento	María de Luna, 3 Edif. Torres Quevedo 50018-Zaragoza Tfno: 976 76 21 52 Fax: 976 76 22 26 E-mail: sed5009@unizar.es Página web: <a href="http://ie.unizar.es">http://ie.unizar.es</a>
-----------------------------	--

## 2.5 EQUIPO DIRECTIVO

Director:	García Gracia, Miguel dd5009@unizar.es
Subdirector (hasta 02-11-2006)	Letosa Fleta, Jesús
Secretario (hasta 02-11-2006)	Porta Royo, Luis
Adjunto al Director (desde 30-10-2006)	Villa Gazulla, Juan Luis
Secretario (desde el 03-11-2006)	Letosa Fleta, Jesús

## 2.6 COMISIONES DEL DEPARTAMENTO

Comisión de Docencia:	Arroyo García, Juan Bautista Ibáñez Álvarez, Francisco
Comisión de Economía:	Arroyo García, Juan Bautista Seguí Lahoz, Rafael
Comisión de Investigación:	Arcega Solsona, Francisco J. Bernal Agustín, José Luis

## 2.7 RESPONSABLES DE ÁREA EN CENTROS

	<b>CPS</b>	<b>EUITI</b>	<b>EUPTe</b>
Docencia	Arroyo García, Juan B.	Ibáñez Alvarez, Francisco	Marcuello Pablo, J. José
Economía	Arroyo García, Juan B.	Seguí Lahoz, Rafael	Marcuello Pablo, J. José
Investigación	Bernal Agustín, José L.	Arcega Solsona, F. Javier	Marcuello Pablo, J. José

**3.**

---

**PERSONAL DEL DEPARTAMENTO**



### 3.1 PROFESORADO CON DOCENCIA EN EL CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR

Nombre	Categoría/ Dedicación	Dirección Electrónica
Arroyo García, Juan Bautista	Titular – TC8	jbarroyo@unizar.es
Bayod Rújula, Angel Antonio	Titular – TC8	aabayod@unizar.es
Bernal Agustín, José Luis	Titular – TC8	jlbernal@unizar.es
Carod Pérez, Eva Sara	Titular – TC8	escarod@unizar.es
Domínguez Navarro, José Antonio	Titular – TC8	jadona@unizar.es
García Gracia, Miguel	Titular – TC8	mggracia@unizar.es
Llombart Estopiñán, Andrés	Titular – TC8	llombart@unizar.es
Melero Estela, Julio Javier	Titular – TC8	melero@unizar.es
Sanz Badía, Mariano	Titular – TC8	msanz@unizar.es
Yusta Loyo, José María	Titular – TC8	jmyusta@unizar.es
Comech Moreno, Ma. Paz	Ayudante – TC4	mcomech@unizar.es
García García, Miguel Angel	Asociado – TC8	magargar@unizar.es
Sallán Arasanz, Jesús	Asociado – TC8	jsallan@unizar.es
Andrés García, Sergio	Asociado – TP6	sergioag@unizar.es
García Paricio, Eduardo	Asociado – TP6	iic@red3i.es
San Miguel Soriano, Daniel	Asociado – TP6	dsanmi@unizar.es
Soria Aznar, Marcelino	Asociado – TP6	marzesor@yahoo.com
Dufo López, Rodolfo	Asociado – TP4	rdufo@unizar.es
Trallero Ferrer, Miguel	Asociado – TP4	mtrallero@ita.es

### 3.2 PROFESORADO CON DOCENCIA EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

Nombre	Categoría/ Dedicación	Dirección Electrónica
Arcega Solsona, Fco. Javier	Catedrático EU – TC8	arcegefj@unizar.es
Abad Martín, Pedro	Titular EU - TC12	pdroabad@unizar.es
Alcalá Heredia, Vicente	Titular EU – TC12	valcala@unizar.es
Artero Pujol, Fernando	Titular EU - TC12	redes@unizar.es
Aznar Colino, Eduardo	Titular EU - TC12	eduardo@unizar.es

Blasco Sánchez, Mariano	Titular EU – TC12	mblasco@unizar.es
Ibáñez Álvarez, Francisco	Titular EU - TC12	fcoiba@unizar.es
Lahoz Garcia, Carlos Luis	Titular EU - TC12	clahoz@unizar.es
Letosa Fleta, Jesús	Titular EU - TC12	jletosa@unizar.es
Marcuello Pablo, Juan José	Titular EU - TC12	jmarcuel@unizar.es
Montañés Espinosa, Antonio	Titular EU - TC12	montanes@unizar.es
Pardina Carrera, Antonio	Titular EU – TC12	pardina@unizar.es
Porta Royo, Luis	Titular EU - TC12	lporta@unizar.es
Royo Gracia, Joaquín Luis	Titular EU - TC12	jroyo@unizar.es
Saínez Martín, Esther	Titular EU - TC12	esainz@unizar.es
Samplón Chalmeta, Miguel	Titular EU - TC12	msamplon@unizar.es
Santillán Lázaro, Ángel	Titular EU - TC12	asantila@unizar.es
Sanz Osorio, José F.	Titular EU - TC12	jfsanz@unizar.es
Seguí Lahoz, Rafael	Titular EU - TC12	rseguil@unizar.es
Usón Sardaña, Antonio	Titular EU - TC12	auson@unizar.es
Villa Gazulla, Juan Luis	Titular EU - TC12	jvilla@unizar.es
Artal Sevil, Jesús Sergio	Colaborador	jsartal@unizar.es
Velilla Marco, María Jesús	Colaborador	mvelilla@unizar.es
Mur Amada, Joaquín	Asociado – TC12	joako@unizar.es
Alonso Tejedor, Miguel Angel	Asociado – TP6	malonso77@gmail.com
Cristobal Monreal, Iván Raul	Asociado – TP6	ivancristobal@gmail.com
García Hernández, Felipe A.	Asociado – TP6	Angel.Garcia@unizar.es
Gil Martínez, Jesús	Asociado – TP6	jesusgil@unizar.es
Nevot Bosch, Salvador	Asociado – TP6	snevot@unizar.es
Pardos Torrijo, Jesús Angel	Asociado – TP6	jpardos@unizar.es
Piedrafita Piedrafita, Carlos	Asociado – TP6	carpiedr@unizar.es
Zabalza Bribian, Ignacio	Asociado – TP6	izabal@unizar.es
Hernández Hernández, Ignacio	Asociado – TP3	dsanmi@unizar.es

### 3.3 PROFESORADO CON DOCENCIA EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE TERUEL

Nombre	Categoría/ Dedicación	Dirección Electrónica
Marcuello Pablo, Juan José	Titular EU - TC12	jmarcuel@unizar.es

Romero Parrillas, Francisco J.	Asociado - TP6	fromero@unizar.es
--------------------------------	----------------	-------------------

### 3.4 PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS

Nombre	Categoría	Centro
Diago Guerrero, Manuel Santiago	Oficial primera de Laboratorio	CPS
Esquillor Curdi, Enrique	Maestro de Taller y Laboratorio III	CPS
Ledesma Benedicto, Mercedes	Administrativo	CPS
Nasarre de Letosa Julián, Marigel	Jefe de Negociado	CPS
Fuertes Torre, Carlos	Técnico Esp. de Laboratorio	EUITI
Millán de Cortés, Carlos	Técnico Esp. de Laboratorio	EUITI
Nevot Bosch, Salvador	Técnico Esp. de Laboratorio	EUITI

### 3.5 MODIFICACIONES DURANTE EL CURSO 2006/2007

#### 3.5.1 ALTAS

Nombre	Categoría/ Dedicación	Fecha Alta
Alonso Tejedor, Miguel Angel	Asociado – TP6	10-11-06
García Hernández, Felipe Angel	Asociado – TP6	09-11-06
Nevot Bosch, Salvador	Asociado – TP6	30-10-06
Piedrafita Piedrafita, Carlos	Asociado – TP6	27-10-06
San Miguel Soriano, Daniel	Asociado – TP6	14-11-06
Soria Aznar, Marcelino Lorenzo	Asociado – TP6	09-11-06
Hernández Hernández, Ignacio	Asociado – TP3	13-11-06

#### 3.5.2 BAJAS

Nombre	Categoría/ Dedicación	Fecha Baja
Artero Pujol, Fernando	Titular EU - TC12	20-09-07
Alonso Tejedor, Miguel Angel	Asociado – TP6	20-09-07



García Hernández, Felipe Angel	Asociado – TP6	20-09-07
Nevot Bosch, Salvador	Asociado – TP6	20-09-07
San Miguel Soriano, Daniel	Asociado – TP6	20-09-07
Soria Aznar, Marcelino	Asociado – TP6	20-09-07
Zabalza Bribian, Ignacio	Asociado – TP6	27-10-06
Hernández Hernández, Ignacio	Asociado – TP3	20-09-07

### 3.5.3 COMISIÓN DE SERVICIOS

Nombre	Categoría/ Dedicación	Fecha efectos
Ramírez Rosado, Ignacio	Catedrático U - TC8	12-07-06

### 3.5.4 CAMBIOS DE SITUACIÓN

Nombre	Situación Anterior	Situación Actual	Fecha efectos
Velilla Marco, Ma. Jesús	Ayudante – TC4	Colaborador	12-03-07
Marcuello Pablo, Juan J.	Titular EUPTe	Titular EUITIZ	17-09-07

**4.**

---

**ACTIVIDAD DOCENTE – CURSO 2006/2007**



## 4.1 PRIMER Y SEGUNDO CICLO

### 4.1.1 INGENIERÍA INDUSTRIAL. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. Plan de Estudios BOE 1 de febrero de 1.995

Asignatura	Créditos	Curso	Centro
16208 - Teoría de Circuitos (I)	3	1º	CPS
16209 - Laboratorio de Electricidad	4,5	1º	CPS
16248 - Máquinas Eléctricas	4,5	3º	CPS
16243 - Taller de Integración	3	3º	CPS
16283 - Máquinas y Circuitos Eléctricos	3	3º	CPS
18172 - Instalaciones Eléctricas y Luminotecnia	6	5º	CPS
18173 - Electrometría e Instrumentación Industrial	4,5	5º	CPS
16220 - Tecnología Eléctrica	4,5	4º	CPS
20434 - Accionamiento y Control de Máquinas Eléctricas	6	5º	CPS
20435 - Centrales y Subestaciones Eléctricas	6	5º	CPS
20436 - Distribución de Energía Eléctrica	4,5	5º	CPS
20438 - Líneas y Redes Eléctricas	7,5	5º	CPS
20439 - Máquinas Eléctricas II	7,5	5º	CPS

### 4.1.2 INGENIERÍA QUÍMICA. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR Plan de Estudios BOE 29 de febrero de 1996

Asignatura	Créditos	Curso	Centro
16137 - Electrotecnia	6	4º	CPS

### 4.1.3 INGENIERÍA INFORMÁTICA. CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR Plan de Estudios BOE 1 de enero de 1998

Asignatura	Créditos	Curso	Centro
12014 - Fundamentos Físicos de la Informática	6	1º	CPS

### 4.1.4 INGENIERÍA TÉCNICA EN DISEÑO INDUSTRIAL. E. U. DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. Plan de Estudios BOE 28 de Noviembre de 2001

Asignatura	Créditos	Curso	Centro
22516 – Tecnología eléctrica	6	2º	EUITI

### 4.1.5 INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD ELECTRÓNICA INDUSTRIAL. E.U. INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. Plan de Estudios BOE 30 de agosto de 1993

Asignatura	Créditos	Curso	Centro
13705 - Teoría de Circuitos	12	1º	EUITI
13700 - Electricidad y Electrometría	15	1º	EUITI
13710 - Electrotecnia	15	2º	EUITI
13723 - Regulación de Máquinas Eléctricas	12	3º	EUITI
13725 - Instalaciones Eléctricas Industriales	9	3º	EUITI

**4.1.6 INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
E.U. INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL  
Plan de Estudios BOE 8 de enero de 2000**

<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>	<b>Curso</b>	<b>Centro</b>
21100 - Teoría de Circuitos	10,5	1º	EUITI
21107 - Electricidad y Magnetismo	10,5	1º	EUITI
21108 - Electrónica Industrial	10,5	2º	EUITI
21109 - Instalaciones Eléctricas	10	2º	EUITI
21110 - Máquinas Eléctricas	12	2º	EUITI
21113 - Transporte de Energía Eléctrica	10	2º	EUITI
21118 - Centrales Eléctricas	9	3º	EUITI
21119 - Electrometría	3	3º	EUITI
21122 - Máquinas Eléctricas II	4,5	3º	EUITI
21123 - Automatización de sistemas eléctricos	6	3º	EUITI
21124 - Cálculo y diseño de subestaciones eléctricas	12	3º	EUITI
21125 - Cálculo y ensayo de máquinas eléctricas	6	3º	EUITI
21131 - Ensayos en materiales eléctricos	6	3º	EUITI
21139 - Mantenimiento de instalaciones eléctricas e instalaciones auxiliares	12	3º	EUITI
21141 - Normalización y legislación en proyectos eléctricos	6	3º	EUITI
21144 - Regulación y control de máquinas eléctricas	12	3º	EUITI
21147 - Tecnología de la iluminación	6	3º	EUITI

**4.1.7 INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD MECÁNICA. E. U.  
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL  
Plan de Estudios BOE 8 de enero de 2000**

<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>	<b>Curso</b>	<b>Centro</b>
21209 - Fundamentos de Tecnología Eléctrica	7,5	2º	EUITI

**4.1.8 INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL. ESPECIALIDAD QUÍMICA INDUSTRIAL.  
E. U. INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL  
Plan de Estudios BOE 8 de enero de 2000**

<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>	<b>Curso</b>	<b>Centro</b>
20924 - Electricidad y Electrónica Industrial	6	3º	EUITI

**4.1.9 INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIONES. ESPECIALIDAD  
SISTEMAS ELECTRÓNICOS. E. U. POLITÉCNICA DE TERUEL  
Plan de Estudios BOE 14 de septiembre de 2000**

<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>	<b>Curso</b>	<b>Centro</b>
21500 - Análisis de Circuitos y Sistemas Lineales	11	1º	EUPTe
21533 - Instalaciones Eléctricas	6	2º	EUPTe

**4.1.10 PROYECTOS FIN DE CARRERA  
CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. PLAN 1.995**

Título:	Simulador interactivo para el estudio de la demanda de la energía eléctrica
Proyectando:	Corbaton Isac, David
Director Proyecto:	Bernal Agustín, José Luis
Fecha Calificación:	18 de Diciembre de 2006

Título:	Impacto de la conexión de aerogeneradores en la red
Proyectando:	Mateo Martínez de Albornoz, Clara
Director Proyecto:	Domínguez Navarro, José Antonio
Fecha Calificación:	20 de Diciembre de 2006
Título:	Aplicación informática para el cálculo y análisis de la red de media tensión de un parque eólico
Proyectando:	Antolín Morales, Javier
Director Proyecto:	Bayod Rújula, Angel Antonio
Fecha Calificación:	20 de Diciembre de 2006
Título:	Análisis de una central solar termoeléctrica de receptor central de 10 MW
Proyectando:	Esparza Aso, David
Director Proyecto:	Martínez Gracia, Amaya
Codirector Proyecto:	Bayod Rújula, Angel Antonio
Fecha Calificación:	20 de Diciembre de 2006
Título:	Estudio de las características de compatibilidad electromagnética en filtros diferenciales y la integración diferencial-filtro.
Proyectando:	Olmos Sánchez, Nuria
Director Proyecto:	Luber, Georg
Ponente Proyecto:	Trallero Ferrer, Miguel
Fecha Calificación:	7 de Marzo de 2007
Título:	Análisis de errores en los programas informáticos de evaluación de recurso eólico
Proyectando:	Falcón Gregorio, Víctor
Director Proyecto:	Talayero Navales, Ana Patricia
Ponente Proyecto:	Llombart Estopiñán, Andrés
Fecha Calificación:	17 de Mayo de 2007
Título:	Proyecto de subestación 66/13,2 KV doble barra mixta intemperie blindada
Proyectando:	Poderos Montes, Iván
Director Proyecto:	Montañés Bellosta, Luis C.
Ponente Proyecto:	Llombart Estopiñán, Andrés
Fecha Calificación:	17 de Mayo de 2007
Título:	Proyecto de instalaciones de edificio singular de nueva construcción y análisis del impacto del nuevo código técnico de la edificación
Proyectando:	Sebastián García, César
Director Proyecto:	Yusta Loyo, José María
Fecha Calificación:	9 de Julio de 2007
Título:	Proyecto básico y de ejecución para la implantación de una instalación solar fotovoltaica de 100 KW conectada a la red eléctrica en el Campus Rio Ebro con monitorización para servicio como laboratorio fotovoltaico.
Proyectando:	
Director Proyecto:	Monne Bailo, Carlos
Codirector Proyecto:	Bayod Rújula, Angel Antonio
Fecha Calificación:	11 de Julio de 2007
Título:	Estudio de la transmisión de potencia entre dos cuerpos sin contacto eléctrico.
Proyectando:	Alonso Herranz, Adrian
Director Proyecto:	Nolle, Eugen
Ponente Proyecto:	Domínguez Navarro, José Antonio
Fecha Calificación:	11 de Julio de 2007
Título:	Proyecto de instalación eléctrica de iluminación y de agua caliente sanitaria para el spa de un hotel
Proyectando:	Pascual Blas, José Fernando
Director Proyecto:	Arroyo García, Juan Bautista
Fecha Calificación:	11 de Julio de 2007

Título:	Procedimientos de evaluación de la calidad en proyectos técnicos industriales
Proyectando:	Cuesta Sánchez, Isaac
Director Proyecto:	Yusta Loyo, José María
Fecha Calificación:	13 de Julio de 2007
Título:	Evolución del mercado eléctrico español y oportunidades de los consumidores en la contratación del suministro eléctrico.
Proyectando:	Hue García, Elena
Director Proyecto:	Yusta Loyo, José María
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Automatización del ensayo de protecciones y adaptación al protocolo IEC 61850
Proyectando:	Gimenez de Urtasun, Laura
Director Proyecto:	García Gracia, Miguel
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Diseño de modelo de automatización para sistemas de protecciones eléctricas y telecontrol
Proyectando:	Alcaine Gines, Victor Manuel
Director Proyecto:	Gracia Gomez, Francisco Javier
Ponente Proyecto:	García Gracia, Miguel
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Herramienta gráfica para la evaluación y mejora de la fiabilidad de sistemas de distribución de energía eléctrica
Proyectando:	Samper Carnicer, David
Director Proyecto:	Bernal Agustín, José Luis
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Análisis de sistemas de control de la máquina de inducción en generación eólica
Proyectando:	Sauras Altuzarra, Borja
Director Proyecto:	Domínguez Navarro, José Antonio
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007

#### 4.1.11 PROYECTOS FIN DE CARRERA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

Título:	Instalación eléctrica en B.T. de una nave industrial de fabricación de PCB'S
Proyectando:	Azcona Asensio, Jesús Manuel
Director Proyecto:	Alcalá Heredia, Vicente
Fecha Calificación:	14 de Diciembre de 2006
Título:	Clasificación generalizada de los motores eléctricos
Proyectando:	Fuertes Arnal, Ana
Director Proyecto:	Villa Gazulla, Juan Luis
Fecha Calificación:	14 de Diciembre de 2006
Título:	Estudio de estrategias de mejora en una empresa de perfilera: el TPM aplicado al mantenimiento eléctrico.
Proyectando:	Calvete Ballester, Sergio
Director Proyecto:	Abad Martín, Pedro y Velilla Marco, Ma. Jesús
Fecha Calificación:	19 de Diciembre de 2006
Título:	Proyecto de electricación en B.T. y M.T. de planta industrial dedicada a la granulación de forrajes.
Proyectando:	Moreno Berenguer, Guillermo
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	19 de Diciembre de 2006

Título:	Suministro eléctrico, distribución e iluminación de la urbanización Bal D'A Fueba
Proyectando:	Sevil Orille, Angel Carlos
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	19 de Diciembre de 2006
Título:	Aportaciones al control de histeresis para puentes VSI con altas corrientes
Proyectando:	García Martín, Luis
Director Proyecto:	Sanz Osorio, José Francisco
Fecha Calificación:	21 de Diciembre de 2006
Título:	Aplicación informática para el filtrado de datos eólicos, basado en modelos matemáticos de predicción ARX
Proyectando:	Lázaro Gastón, Roberto
Codirector Proyecto:	Sanz Osorio, José
Fecha Calificación:	21 de Diciembre de 2006
Título:	Laboratorio de ensayos de seguridad eléctrica para equipos de tecnología de la información.
Proyectando:	Grañena Moreno, María
Director Proyecto:	Arcega Solsona, Francisco Javier
Fecha Calificación:	19 de Marzo de 2007
Título:	Control de los atornillados de un coche
Proyectando:	Hernández García, Rubén
Director Proyecto:	Sainz Martín, Esher
Fecha Calificación:	19 de Marzo de 2007
Título:	Sistema de gestión de prevención de riesgos laborales de la empresa Yudigar.
Proyectando:	Morales Medrano, José Ignacio
Director Proyecto:	Ibáñez Álvarez, Francisco
Fecha Calificación:	19 de Marzo de 2007
Título:	Proyecto de suministro eléctrico y automatización de estación de bombeo.
Proyectando:	Clarimón Ezquerra, José María
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	20 de Marzo de 2007
Título:	Subestación eléctrica transformadora 220/132/20 KV.
Proyectando:	Colas Gil, Pedro Angel
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	20 de Marzo de 2007
Título:	Instalación bioclimática para un albergue de montaña.
Proyectando:	Sánchez Alcega, Sergio
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	20 de Marzo de 2007
Título:	Central fotovoltaica integrada arquitectónicamente y conectada a REDM.
Proyectando:	Vallejo Miguel, Jorge
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	20 de Marzo de 2007
Título:	Mantenimiento de motores eléctricos mediante adquisición de datos y análisis con Labview.
Proyectando:	Casorrán Fernández, Carlos José
Director Proyecto:	Royo Gracia, Joaquín y Nevot Bosch, Salvador
Fecha Calificación:	22 de Marzo de 2007
Título:	Estudio wireless para su implantación en oficina e instalación eléctrica de un edificio de viviendas.



Proyectando:	Serrano Laceras, Fernando
Director Proyecto:	Royo Gracia, Joaquín y Nevot Bosch, Salvador
Fecha Calificación:	22 de Marzo de 2007
Título:	Instalación fotovoltaica de 20 KW conectada a red en Alcorisa.
Proyectando:	Hernández Marcen, Lorena
Director Proyecto:	Mur Amada, Joaquín
Fecha Calificación:	28 de Marzo de 2007
Título:	Construcción y control de un prototipo didáctico de motor paso a paso.
Proyectando:	Lain Fernández, Alfonso
Director Proyecto:	Artal Sevil, Jesús Sergio y Mur Amada, Joaquín
Fecha Calificación:	28 de Marzo de 2007
Título:	Control de velocidad por variación del deslizamiento en máquinas asíncronas.
Proyectando:	Arribas Lara, Miguel Angel
Director Proyecto:	Villa Gazulla, Juan Luis
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Instalación eléctrica en BT de un complejo polideportivo.
Proyectando:	Hernando Horno, David
Director Proyecto:	Alcalá Heredia, Vicente
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Automatización de almenaras de un canal de riego.
Proyectando:	Jordan Ardanaz, David
Director Proyecto:	Villa Gazulla, Juan Luis
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Albergue bioclimático
Proyectando:	Lores Febrer, Javier
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Regulador de carga híbrido para integración de energías renovables fotovoltaica y eólica.
Proyectando:	Luesma Meseguer, David
Director Proyecto:	Villa Gazulla, Juan Luis
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial y prevención de riesgos laborales.
Proyectando:	Moreno Moreno, Celia María
Director Proyecto:	Alcalá Heredia, Vicente
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Aplicación informática para la resolución de problemas de control de velocidad por variación de frecuencia.
Proyectando:	Palomares Iriarte, José Manuel
Director Proyecto:	Villa Gazulla, Juan Luis
Fecha Calificación:	29 de Marzo de 2007
Título:	Instalación en baja tensión de edificio de oficinas.
Proyectando:	Herrero Cucalón, Alfonso
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	20 de Junio de 2007
Título:	Instalación eléctrica en BT y prevención de incendios para complejo hostelero con alojamiento y área de servicio.
Proyectando:	Muñoz Martín, Ignacio
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	20 de Junio de 2007

Título:	Instalación eléctrica en baja tensión de un centro de salud.
Proyectando:	Youn Noh, Won-Sang
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	20 de Junio de 2007
Título:	Procesos de compra y mantenimiento de máquinas eléctricas en una empresa multinacional.
Proyectando:	Dueso Aznar, Antonio
Director Proyecto:	Abad Martín, Pedro
Fecha Calificación:	21 de Junio de 2007
Título:	Instalación eléctrica en B.T. de polideportivo.
Proyectando:	Bayod Porta, Natalia
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	26 de Junio de 2007
Título:	Proyecto de instalación eléctrica de 33 viviendas y garaje.
Proyectando:	Carmen Guiro, Luis Pedro del
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	26 de Junio de 2007
Título:	Electrificación de un refugio de montaña mediante energía solar y eólica y producción de ACS.
Proyectando:	Ferrer Cazcarra, Gonzalo
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	26 de Junio de 2007
Título:	Diseño eléctrico de un transformador trifásico seco.
Proyectando:	Machin Recaj, Rubén
Director Proyecto:	Villa Gazulla, Juan Luis
Fecha Calificación:	26 de Junio de 2007
Título:	Proyecto de actividad en nave dedicada a taller de calderería
Proyectando:	Espada Almansa, José Luis
Director Proyecto:	Porta Royo, Luis
Fecha Calificación:	27 de Junio de 2007
Título:	Instalación generadora fotovoltaica de 100 KVA interconectada a la red de distribución pública.
Proyectando:	Hernández Donamaría, Luis
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	27 de Junio de 2007
Título:	Distribución en media tensión y sistema emergencia aeropuerto Zaragoza.
Proyectando:	Loire Garde, Eduardo
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Ángel
Fecha Calificación:	27 de Junio de 2007
Título:	Instalación solar fotovoltaica para la alimentación de un sistema de refrigeración reutilizado.
Proyectando:	Llorente Sanz, Guillermo
Director Proyecto:	Usón Sardaña, Antonio
Fecha Calificación:	28 de Junio de 2007
Título:	Microbot Teseo
Proyectando:	Aznar Miguel, Daniel
Director Proyecto:	Artal Sevilla, Jesús Sergio
Fecha Calificación:	29 de Junio de 2007
Título:	Electrificación de un polígono industrial.
Proyectando:	Torres Ardanuy, Alejandro
Director Proyecto:	Alcalá Heredia, Vicente

Fecha Calificación:	18 de Septiembre de 2007
Título:	Plan integral de mantenimiento para un hotel.
Proyectando:	Bonet Jiménez, David
Director Proyecto:	Royo Gracia, Joaquín
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Subestación eléctrica de 132/30 KV para evacuación de energía de dos parques eólicos
Proyectando:	Cotrina Martín, Alejandro
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Parque eólico de Valtajeros
Proyectando:	Heras Heras, Marta
Director Proyecto:	Santillán Lázaro, Angel
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Control electrónico de lavadora industrial.
Proyectando:	Martín Sánchez, José Javier
Director Proyecto:	Abad Martín, Pedro y Pardiña Carrera, Antonio
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Suministro en media tensión mediante línea aérea de 15 KV a/y centro de transformación de superficie e instalación en baja tensión de nave taller de mecanizados.
Proyectando:	Mateo Gonzalez, Javier
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Mejora de consumo energético y aprovechamiento de la energía solar en una vivienda unifamiliar.
Proyectando:	Mazuecos Giraldo, Diego
Director Proyecto:	Ibáñez Alvarez, Francisco
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Instalación solar fotovoltaica de SOKW con conexión a red de baja tensión.
Proyectando:	Moreno Frías, Alfonso
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	Instalación eléctrica e iluminación del Centro Deportivo Municipal "La Granja".
Proyectando:	Suñer Pérez, Raquel
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	19 de Septiembre de 2007
Título:	La energía eólica en Aragón: Desarrollo y situación actual.
Proyectando:	Gay García, María Elena
Director Proyecto:	Usón Sardaña, Antonio
Fecha Calificación:	20 de Septiembre de 2007
Título:	Centrales hidroeléctricas. El valor del agua como recurso.
Proyectando:	Felipe Royo, Rubén
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	25 de Septiembre de 2007
Título:	Instalación en BT. y MT. Ascon Rubber, S.L.
Proyectando:	Lafuente García, Miguel Angel
Director Proyecto:	Montañés Espinosa, Antonio
Fecha Calificación:	25 de Septiembre de 2007

Título: Catálogo interactivo de componentes eléctricos de Alta Tensión de las principales distribuidoras de España.  
 Proyectando: Solsona Martínez, Luis Jorge  
 Director Proyecto: Montañés Espinosa, Antonio y Santillán Lázaro, Ángel  
 Fecha Calificación: 25 de Septiembre de 2007

Título: Legislación sobre prevención de riesgos laborales, aplicación del R.D. 125/97. Técnicas de Seguridad y caso práctico.  
 Proyectando: Diago Flores, Yolanda  
 Director Proyecto: Alcalá Heredia, Vicente  
 Fecha Calificación: 26 de Septiembre de 2007

#### 4.1.12 CONFERENCIAS, CURSOS Y SEMINARIOS

Título: Integración de sistemas de control y comunicación en la edificación.  
 Dirección: Francisco Ibáñez Alvarez  
 Secretaría: Juan José Marcuello Pablo  
 Profesorado: Carlos Luis Lahoz, Francisco Manuel López Torres, Carlos Millán de Cortés, Salvador Nevot, Joaquín Royo Gracia, Esther Saíz Martín  
 Lugar: Teruel (Universidad de Verano de Teruel)  
 Fecha: Julio 2007  
 Duración: 30 horas

Título: Conferencia: Autopistas de la información. Fibra óptica.  
 Impartido por: Mariano Blasco Sánchez.  
 Lugar: Teruel (Universidad de Verano de Teruel)  
 Fecha: 5 de Julio 2007  
 Duración: 2 horas

Título: Conferencia: Compatibilidad electromagnética. Técnicas de instalación.  
 Impartido por: Francisco Javier Arcega Solsona  
 Lugar: Teruel (Universidad de Verano de Teruel)  
 Fecha: 6 Julio 2007  
 Duración: 2 horas

Título: Asistencia al taller sobre PBL y a la presentación de la Cátedra UNESCO-PBL en la Universidad de Aalborg.  
 Lugar: Universidad de Aalborg, Dinamarca  
 Fecha: 6 y 7 de septiembre de 2007  
 Prof. asistente: Antonio Usón Sardaña

Título: Visita al Segundo ciclo de Ingeniería de Telecomunicaciones (Diseño Curricular para PBL)  
 Lugar: Escuela Politécnica Superior de Calafell, EPSC (Universidad Politécnica de Cataluña UPC)  
 Dirigido por: Miguel Valero García, Carlos Collado y Jordi Hernández  
 Fecha: 22 y 23 Mayo de 2007

#### 4.1.13 PRÁCTICAS EXTERNAS

Lugar: Visita a Feria Matelec (Madrid)  
 Fecha: 25 Octubre 2006  
 Motivo: Docencia

Lugar: Visita a Subestación en Plataforma Logística de Zaragoza -PLAZA-

Fecha:	22 Noviembre 2006
Motivo:	Docencia
Lugar:	Visita a las Centrales Hidroeléctricas de riegos de Alto Aragón en La Sotonera y Valdespartera
Fecha:	20 Diciembre 2006
Motivo:	Docencia
Lugar:	Visita a Central Térmica de Andorra y Sástago
Fecha:	9 Marzo 2007
Motivo:	Docencia

## 4.2 TERCER CICLO

El Departamento de Ingeniería Eléctrica imparte durante el presente curso 2006/07 el Programa de Doctorado de "Ingeniería Eléctrica" y "Energías Renovables y Eficiencia Energética" en la Universidad de Zaragoza.

### 4.2.1 CURSOS DE DOCTORADO

Título	Profesorado	Créditos
5009321 -- Historia de la Electricidad	Carod, Eva S.	3
5009400 – Planificación de redes eléctricas	Domínguez, J.A.	3
5009429 – Aplicaciones de imanes permanentes en sistemas eléctricos industriales	Melero, Julio J.	3
5009431 – Integración de energías renovables y sistemas híbridos	Domínguez, J.A. Llombart, A.	3
5009432 – Fundamentos de energía eólica	Melero, Julio J. Sallán, Jesús	3
5009433 – Sistemas de generación de energía eléctrica a velocidad variable con fuentes renovables	Sallán, Jesús Sanz, Mariano	3
5009435 – Aplicación de las energías renovables a la producción de hidrógeno	Melero, Julio J. Sanz, Mariano Letosa, Jesús	3
5009437 – Coordinación de aislamiento eléctrico en sistemas de potencia	García, Miguel	5
5009439 – Impacto en la red de las energías renovables	Arroyo, Juan B. García, Miguel	3
5009442 – La regulación del Mercado Eléctrico y su impacto en la generación distribuida	Yusta, José Ma.	3
5009443 – Eficiencia energética en sistemas eléctricos	Bayod, Angel A.	3
5009446 – Armónicos e interarmónicos en sist. Eléctricos	Bayod, Angel A.	3
5009450 – Protecciones de los sistemas eléctricos	Arroyo, Juan B. Pastor, Antonio	4
5009451 – Medida de la calidad de la energía eléctrica de	Llombart, Andrés	3

sistemas de generación renovables	Melero, Julio J.	
5009452 – Máquinas eléctricas y control basado en inteligencia artificial	Domínguez, J.A. Sallán Jesús	3
5009454 – Integración de energías renovables aplicadas a la generación distr.: alimentación a redes débiles y núcleos aislados	Sanz, Mariano	4
5009455 – Técnicas heurísticas de optimización aplicadas a la ingeniería	Bernal, José L. Domínguez, José Contreras, J.	6
5009456 – Dimensionado y operación de sistemas fotovoltaicos	Bernal, José L. Martins, C.	4
5009458 – Mercados eléctricos	Yusta, José M. García, L. Khodr, Hussein	5
5009459 – Herramientas informáticas aplicadas a la Ingeniería Eléctrica	García, Miguel Letosa, Jesús Martínez, José A.	4
5009460 – Caracterización macroscópica del funcionamiento de aerogeneradores	Llombart, Andrés Watson, Simon	5
5009461 – Fiabilidad de sistemas eléctricos	Bernal, José L. Domínguez, J.A.	6
5009462 – Organización de Laboratorios de Metrología Industrial	Arcega, Fco. J.	3
5009463 – Modelado y simulación de sistemas energéticos	García, Miguel Martínez, José A.	3

#### 4.2.2 LÍNEAS / TRABAJOS DE DOCTORADO

<b>Título</b>	<b>Profesorado</b>	<b>Créditos</b>
5L09002 – Aerogeneradores con Imanes Permanentes	Melero, Julio J.	3
5L09007 – Comportamiento Dinámico de los Sistemas Eléctricos de potencia	Arroyo, Juan B.	3
5L09009 – Sistemas de Transporte por Levitación Magnética	Melero, Julio J.	3
5L09010 – Filtrado de Armónicos en Sistemas Eléctricos Industriales	Bayod, Angel A.	3
5L09013 – Calidad de Suministro en Sistemas Eléctricos	Bayod, Angel A.	3
5L09101 – Modelado y control Avanzado de Máquinas Eléctricas	Domínguez, J. A.	3
5L09106 – Medida de Armónicos	Arcega, Fco. J.	3
5L09107 – Medida de Corriente	Arcega, Fco. J.	3
5L09108 – Protecciones Eléctricas: Medida y Detección de Faltas	Arroyo, Juan B.	3
5L09420 – Gestión óptima de la demanda adaptada a contratos bilaterales y precios spot de la energía eléctrica	Yusta. José M.	3
5L09423 – Aplicaciones del MEC en Ingeniería Eléctrica	Carod, Eva S.	3

5L09453 – Modelización mediante MEF de un problema de Ingeniería Eléctrica	Letosa, Jesús	3
5L09455 – Alimentación energética en núcleos aislados	Sanz, Mariano	3
5L09456 – Integración de energías renovables en la red	Sanz, Mariano	3
5L09457 – Diseño óptimo de sistemas fotovoltaicos autónomos	Bernal, José L.	3
5L09458 – Diseño óptimo de sistemas fotovoltaicos híbridos	Bernal, José L.	3
5L09459 – Diseño óptimo de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica	Bernal, José L.	3
5L09460 – Diseño y caracterización de sistemas fotovoltaicos	Bernal, José L.	3
5L09461 – Sistemas eólicos aislados	García, Miguel	3
5L09462 – Impacto en la red de la generación eólica	García, Miguel	3
5L09464 – Sistemas de protección	García, Miguel	3
5L09465 – Reles de distancia	García, Miguel	3
5L09466 – Coordinación de aislamiento	García, Miguel	3
5L09467 – Aplicación de algoritmos genéticos a la resolución de problemas de la Ingeniería Eléctrica	Bernal, José L.	3
5L09468 – Aplicación de estrategias evolutivas a la resolución de problemas de la Ingeniería Eléctrica	Bernal, José L.	3
5L09469 – Aplicación de programación genética a la resolución de problemas de la Ingeniería Eléctrica	Bernal, José L.	3
5L09470 – Aplicación del algoritmo de las colonias de hormigas a la resolución de problemas de la Ingeniería Eléctrica	Bernal, José L.	3
5L09471 – Sistemas de medida de la calidad de la generación eléctrica mediante fuentes renovables	Melero, Julio J.	3
5L09474 – Wavalets en el análisis de sistemas eléctricos	Bayod, Angel A.	3
5L09476 – Integración de energías renovables conectadas a redes débiles	Sanz, Mariano	3
5L09477 – Impacto de la generación distribuida en sistemas eléctricos	Bayod, Angel A.	3
5L09478 – Evaluación de pérdidas eléctricas en sistemas de distribución con generación dispersa	Bayod, Angel A.	3
5L09479 – Estudio de firmas de señales eléctricas y sus aplicaciones	Arcega, Fco. J.	3
5L09480 – Análisis de características de materiales por métodos eléctricos	Arcega, Fco. J.	3
5L09481 – Nuevos métodos de caracterización de la calidad de la energía eléctrica	Melero, Julio J.	3
5L09482 – Caracterización macroscópica del funcionamiento de aerogeneradores	Llombart, Andrés	3
5L09483 – Filtrado de datos en sistemas eólicos de producción eléctrica	Llombart, Andrés	3

5L09484 – Evaluación del potencial eólico	Llombart, Andrés	3
5L09485 – Análisis de sistemas de almacenamiento energético	Llombart, Andrés	3
5L09486 – Sistemas híbridos con almacenamiento	Domínguez, J. A. Llombart, A.	3
5L09487 – Evaluación e integración de energías renovables	Domínguez, J.A.	3
5L09488 – Técnicas heurísticas de optimización aplicadas a la generación y gestión eficiente de energías renovables	Domínguez, J.A.	3
5L09489 – Análisis, operación, protección y planificación de micro-redes eléctricas con generación distribuida	Domínguez, J.A.	3
5L09490 – Métodos de modelado y previsión en sistemas eléctricos	Domínguez, J.A.	3
5L09491 – Programación óptima de cogeneración en mercados eléctricos liberalizados	Yusta, José M.	3
5L09492 – Optimización del coste del suministro eléctrico mediante la utilización de tecnologías de la información	Yusta, José M.	3
5L09493 – Impacto de las energías renovables en la red eléctrica	García, Miguel	3
5L09498 – Aplicaciones de algoritmos evolutivos trabajando en paralelo	Bernal, José L.	3
5L09499 – Modelización de centrales fotovoltaicas	Bayod, Angel	3
5L09500 – Materiales fotovoltaicos alternativos al silicio	Bayod, Angel	3
5L09501 – Evaluación de pérdidas eléctricas en parques eólicos	Bayod, Angel	3
5L09502 – Parametrización del comportamiento ambiental de sistemas eléctricos	Bayod, Angel	3
5L09503 – Medidas de compatibilidad electromagnética	Arcega, Fco. J.	3
5L09504 – Fiabilidad en sistemas eléctricos	Domínguez, J.A.	3
5L09505 – Protecciones eléctricas: equipos de protección	Arroyo, Juan B.	3

#### 4.2.3 CONFERENCIAS, CURSOS Y SEMINARIOS

Título: Situación actual de la protección contra rayos en aerogeneradores: Del TR IEC 61400-24 a la futura norma IEC 61400-24  
Impartido por: Blas Hermoso Alameda. Catedrático de la Universidad Pública de Navarra.  
Duración: 3 horas  
Fecha: 16 de Mayo de 2007

Título: Convertidores electrónicos de alta potencia. Aplicaciones en sistemas de aprovechamiento energético renovable.  
Impartido por: Óscar Alonso Sádaba. Doctor Ingeniero de Acciona WindPower.  
Duración: 3 horas  
Fecha: 2 de Julio de 2007

Título: Aplicaciones geocomputacionales para la planificación de energías renovables.  
Impartido por: Claudio Domingos Martins Monteiro. Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto.  
Duración: 5 horas



Fecha:	3 de Julio de 2007
Título:	Cálculo de sobretensiones utilizando EMTP.
Impartido por:	Juan A. Martínez Velasco
Duración:	2.50 horas
Fecha:	10 de Julio de 2007.

## 4.3 ESTUDIOS PROPIOS

### 4.3.1 MASTER EUROPEO EN ENERGÍAS RENOVABLES

Organización:	El Departamento de Ingeniería Eléctrica, junto con la colaboración de otros Departamentos y la Fundación CIRCE.
Entidades colaboradoras:	Gobierno de Aragón, Fundación Carolina, Fundación CIRCE, ENDESA, CIEMAT, Gobierno de Aragón, ISOFOTON, MADE Tecnologías renovables S.A., Riegos del Alto Aragón, Fundación Carolina, GAMESA, EHN.
Duración:	1 curso académico.
Contenido:	El Máster consta de 10 asignaturas, cada uno de ellos con sus correspondientes actividades complementarias y el proyecto fin de Máster, con un total de 90 créditos ECTS.

Módulo/asignatura:

- Fundamentos básicos.
- Aspectos socioeconómicos de las energías renovables.
- Energía Eólica.
- Energía Hidroeléctrica.
- Integración de energías renovables.
- Biomasa.
- Radiación y Energía solar térmica.
- Energía solar fotovoltaica.
- Arquitectura bioclimática.
- Tecnologías del hidrógeno.
- Proyecto Fin de Máster.

**5.**

---

**ACTIVIDAD INVESTIGADORA – CURSO 2006/2007**



## 5.1 TESIS DOCTORALES

### 5.1.1 TESIS DOCTORALES DEFENDIDAS

Título: Dimensionado y control óptimos de sistemas fotovoltaicos híbridos aplicando algoritmos evolutivos.  
 Doctorando: Dufo López, Rodolfo  
 Director: Bernal Agustín, José Luis  
 Fecha lectura: 4 Junio 2007  
 Calificación: Sobresaliente – Cum Laude

Título: Algoritmo de la ecuación diferencial para la protección de distancia en sistemas de distribución con y sin acoplamiento magnético  
 Doctorando: Osal Herrera, William José  
 Director: García Gracia, Miguel  
 Fecha lectura: 19 Abril 2007  
 Calificación: Sobresaliente – Cum Laude

Título: Optimización de sistemas integrados de energías renovables para el abastecimiento de núcleos aislados.  
 Doctorando: Sanz Osorio, José Francisco  
 Director: Llombart Estopiñan, Andrés y Sallán Arasanz, Jesús  
 Fecha lectura: 15 Junio 2007  
 Calificación: Sobresaliente – Cum Laude

Título: Modelización y Diseño de Sistemas de Medida de Corriente Eléctrica  
 Doctorando: Usón Sardaña, Antonio  
 Director: Letosa Fleta, Jesús  
 Fecha lectura: 11 Junio 2007  
 Calificación: Sobresaliente – Cum Laude

### 5.1.2 TESIS DOCTORALES EN REALIZACIÓN

Título: Integración de energías renovables, optimización energética de una zona específica.  
 Doctorando: Botero García, Diego Ernesto  
 Director: Sanz Badía, Mariano

Título: Modelado y simulación de transformadores en un amplio rango de frecuencias. Aplicación al estudio de fenómenos transitorios en sistemas eléctricos de potencia y etapas convertidoras de energía.  
 Doctorando: García García, Miguel Angel  
 Director: Sanz Badía, Mariano y García Gracia, Miguel

Título: Desarrollo de un Coeficiente de Evaluación del Grado de necesidad de sustitución de vehículos automóviles con motor de explosión por otros dotados de sistemas motrices eléctricos, en zonas urbanas metropolitanas. Incidencia en la demanda de energía eléctrica.  
 Doctorando: García Paricio, Eduardo  
 Director: Bayod Rújula, Angel Antonio

Título: Ferrorresonancia en sistemas eléctricos con neutro aislado  
 Doctorando: Hemadha Ghaleb Ahmed Zein, Brahim Salem  
 Director: Arroyo García, Juan Bautista

Título: Simulación de sistemas híbridos autónomos

Doctorando:	López Castrillón, Yuri Uliyanov
Director:	Domínguez Navarro, José Antonio
Título:	Diseño multiobjetivo y multietapa de sistemas de distribución de energía eléctrica aplicando algoritmos evolutivos
Doctorando:	Mendoza Lamela, Franklin Antonio
Director:	Bernal Agustín, José Luis
Título:	Selección óptima de pararrayos basada en la probabilidad de fallo
Doctorando:	Montañés Bellosta, Luis Carlos
Director:	García Gracia, Miguel
Título:	Planificación de redes eléctricas con métodos avanzados
Doctorando:	Moret Álvarez, Ramón
Director:	Domínguez Navarro, José Antonio
Título:	Mejora de la calidad de la energía generada en los parques eólicos y su integración en la red eléctrica
Doctorando:	Mur Amada, Joaquín
Director:	Bayod Rújula, Angel Antonio
Título:	Estudio e implantación de mecanismos de estimación de incertidumbre y procesos de calibrado en instrumentos petrológicos mediante redes neuronales.
Doctorando:	Samplón Chalmeta, Miguel
Director:	Bonifacio Martín del Río
Título:	Planificación de movimientos para ensamblado con robots industriales
Doctorando:	Trallero Ferrer, Miguel
Director:	Luis Montano Gella
Título:	Sistemas de transferencia de energía eléctrica mediante acoplamiento inductivo de alta eficiencia
Doctorando:	Villa Gazulla, Juan Luis
Director:	Llombart Estopiñán, Andrés
Título:	Sistema de medida de la calidad de la energía eléctrica generada mediante fuentes renovables
Doctorando:	Zapata San Martín, Roberto
Director:	Llombart Estopiñán, Andrés y Melero Estela, Julio
Título:	Sistemas fotovoltaicos distribuidos conectados a la red eléctrica – Perspectiva económica en el sur de Europa
Doctorando:	Zubi, Ghassan
Director:	José Luis Bernal Agustín

## 5.2 ACTIVIDADES

### 5.2.1 ARTÍCULOS PUBLICADOS

Título:	Modelling of squirrel cage turbine for voltage dips studies
Autores:	M.P. Comech, S. Martín, J. Mur, I. Franco, M. García-Gracia.
Fecha:	26-28 Octubre 2006
Congreso:	Proceedings of the International Workshop on Large-Scale Integration of wind Power and Transmission Networks for Offshores Wind Farms.
Lugar celebración:	Delft-Holanda

- Título: Development of a new connection scheme for variable-speed wind turbines using squirrel-cage generators.  
 Autores: J. F. Sanz, J. Sallán  
 Fecha: 07-10 Noviembre 2006  
 Congreso: IECON 2006  
 Lugar celebración: París
- Título: Development of an inductively coupled power transfer system (ICPT) for electric vehicles with a large airgap  
 Autores: J. L. Villa, A. Llombart, J. F. Sanz, J. Sallán  
 Fecha: Abril 2007  
 Publicado en: ICREP 2007
- Título: Practical development of a 5 kw ICPT System SS compensated with a large airgap.  
 Autores: J. L. Villa, A. Llombart, J. F. Sanz, J. Sallán  
 Fecha: Junio 2007  
 Publicado en: ISIEE 2007
- Título: Ensayo de una metodología activa, para mejorar la eficiencia en el aprendizaje de un curso básico de electricidad y magnetismo para estudiantes de Ingeniería Técnica.  
 Autores: J. Mur, J.S. Artal, A. Usón, J. Letosa  
 Fecha: Zaragoza, Noviembre 2006.  
 Publicado en: Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza, JIDUZ 2006.
- Título: Experimento de aprendizaje activo y cooperativo en un curso básico de electromagnetismo para Ingenieros Técnicos.  
 Autores: J. Mur, J.S. Artal, A. Usón, J. Letosa  
 Fecha: Valladolid, Julio 2007.  
 Publicado en: Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Eneñanzas Técnicas, CUIETT, 2007.
- Título: Efficiency improvement in wind turbines by increasing speed range using a tandem connection scheme  
 Autores: J. Sallán, J.F. Sanz, A. Llombart, M.P. Comech, J.L. Villa  
 Fecha: Junio 2007  
 Publicado en: Actas del congreso IEEE International Symposium on Industrial Electronics 2007
- Título: Practical Development of a 5 kW ICPT System SS Compensated with a Large Airgap  
 Autores: J.L. Villa, A. Llombart, J.F. Sanz, J. Sallán.  
 Fecha: Junio 2007  
 Publicado en: Actas del congreso IEEE International Symposium on Industrial Electronics 2007
- Título: Effect of sampling and computing time on a hysteresis vector controller applied to renewable distributed generation  
 Autores: J.F. Sanz, J. Sallán, M.A. Alonso, M. Sanz, J.L. Villa.  
 Fecha: Mayo 2007  
 Publicado en: Actas del congreso International Conference on Renewable Energy and Power Quality. ICREPQ'07
- Título: Development of an inductively coupled power transfer system (ICPT) for electric vehicles with large airgap  
 Autores: J.L. Villa, A. Llombart, J.F. Sanz, J. Sallán  
 Fecha: Mayo 2007  
 Publicado en: Actas del Congreso International Conference on Renewable Energy and Power Quality. ICREPQ'07.

Título:	Development of a new connection scheme for variable-speed wind turbines using squirrel-cage generators
Autores:	J.F. Sanz, J. Sallán.
Fecha:	Noviembre 2006
Publicado en:	Acta del Congreso The 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. IECON'06.
Título:	Design of grid connected PV systems considering electrical, economical and environmental aspects: A practical case
Autores:	A. Fernández-Infantes, J. Contreras, J.L. Bernal-Agustín.
Fecha:	Octubre de 2006
Publicado en:	Renewable Energy. Volumen: 31(13). Páginas, inicial: 2042, final: 2062
Título:	Design of isolated hybrid systems minimizing costs and pollutant emissions
Autores:	J.L. Bernal Agustín, R. Dufo López, y D.M. Rivas Ascaso.
Fecha:	Noviembre de 2006
Publicado en:	Renewable Energy. Volumen: 31(14). Páginas, inicial: 2227, final: 2244
Título:	Realistic Electricity Market Simulator for Energy and Economic Studies
Autores:	J.L. Bernal Agustín , J. Contreras, R. Martín Flores, y A.J. Conejo.
Fecha:	Enero de 2007
Publicado en:	Electric Power System Research. Volumen: 77(1). Páginas, inicial: 46, final: 54
Título:	Optimal parameters of FACTS devices in electric power systems applying evolutionary strategies
Autores:	J.A. Domínguez Navarro, J.L. Bernal-Agustín, A. Díaz, D. Requena y E.P. Vargas.
Fecha:	Enero de 2007
Publicado en:	International Journal of Electrical Power & Energy Systems. Volumen: 29(1). Páginas, inicial: 83, final: 90
Título:	NSGA and SPEA Applied to Multi-Objective Design of Power Distribution Systems
Autores:	F. Mendoza, J L. Bernal Agustín, J.A. Domínguez Navarro
Fecha:	Noviembre de 2006
Publicado en:	IEEE Transactions on Power Systems. Volumen: 21(4). Páginas, inicial: 1938, final: 1945
Título:	Optimization of control strategies for stand-alone renewable energy systems with hydrogen storage
Autores:	R. Dufo López, J.L. Bernal Agustín y J. Contreras
Fecha:	Junio de 2007
Publicado en:	Renewable Energy. Volumen: 31(14). Páginas, inicial: 2227, final: 2244

## 5.2.2 ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS Y CONTRATOS

Título del Proyecto:	Análisis multipunto del impacto en red de la energía eólica.
Entidad Financiadora:	CICYT – Ministerio de Ciencia y Tecnología con referencia: DPI2003-09731
Duración:	01-11-2003 a 30-11-2006
Investigador responsable:	Sanz Badía, Mariano
Colaboradores:	14
Título del Proyecto:	Acrecimiento de la Competitividad de la Energía Eólica.
Entidad Financiadora:	Ministerio de Educación y Ciencia
Duración:	01-10-2007 a 30-09-2010
Investigador responsable:	García Gracia, Miguel
Colaboradores:	7
Título del Proyecto:	Desarrollo del Plan de Explotación del Proyecto IOTHER
Entidad Financiadora:	PROFIT

Duración:	01-01-2007 a 31-12-2007
Investigador responsable:	Llombart Estopiñán, Andrés
Colaboradores:	
Título del Proyecto:	Monitorización de Parámetros Críticos en Líneas de Alta Tensión
Entidad Financiadora:	CIDE
Duración:	01-07-2007 a 30-06-2008
Investigador responsable:	Melero Estela, Julio Javier
Colaboradores:	
Título del Proyecto:	Investigación y Desarrollo de Funciones Inteligentes para el Sistema SCADA de Gamesa como apoyo a la Operación de Parques Eólicos
Entidad Financiadora:	Gamesa Innovación y Tecnología
Duración:	01-01-2007 a 31-12-2007
Investigador responsable:	Melero Estela, Julio Javier
Colaboradores:	7
Título del Proyecto:	Estudio de la Producción mensual de 31 Parques Eólicos
Entidad Financiadora:	NEO ENERGÍA
Duración:	01-01-2006 a 31-12-2007
Investigador responsable:	Llombart Estopiñán, Andrés
Colaboradores:	10
Título del Proyecto:	Ensayo de una metodología activa para la enseñanza de un curso básico de electricidad y magnetismo para ingenieros.
Entidad Financiadora:	Ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al Espacio Europeo de Educación Superior 2006-2007. Marco de las Ayudas de la Universidad de Zaragoza, PIIDUZ_06.
Duración:	Curso académico 2006/07.
Investigador responsable:	Letosa Fleta, Jesús
Colaboradores:	Mur Amada, Joaquín Artal Sevil, Jesús Sergio Usón Sardaña, Antonio

### 5.2.3 PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE I+D FINANCIADOS EN CONVOCATORIAS PÚBLICAS

Título del Proyecto:	Análisis multipunto del impacto en red de la energía eólica
Entidad Financiadora:	CICYT – Ministerio de Ciencia y Tecnología con referencia: DPI2003-09731
Entidades participantes:	Universidad de Zaragoza, Fundación CIRCE
Duración:	01/11/2003 a 30/11/2006
Investigador responsable:	Sanz Badía, Mariano
Nº investigadores participantes:	14
Título del Proyecto:	CENIT DENISE – Distribución Energética Inteligente, Segura y Eficiente
Entidad/Adm. Financiadora:	CDTI
Entidades participantes:	Endesa Servicios, Endesa Distribución Eléctrica, TAIM-TFG, Fundación CIRCE
Duración:	01/01/2007 a 31/12/2010
Investigador responsable:	Sanz Osorio, José Francisco
Nº investigadores participantes:	8
Precio Total del Proyecto:	776.046 €
Título del Proyecto:	CENIT EOLIA – Tecnología para Parques Eólicos en Aguas Profundas
Entidad/Adm. Financiadora:	CDTI



Entidades participantes:	Acciona Energía, Acciona Windpower, Acciona Infraestructuras, Iberinsa, CRIDESA, ABB, Ormazabal Distribución Primaria, Ormazabal Corporate Technology, Team, Ingeteam service, Imatia, Tinamesor, Construcciones Navales del Norte, Vicinay Cadenas, CENER, CIRCE, UPM, CEHIPAR, CEDEX, LBEIN, ICMA-CSIC, UPMA, UNIZAR.
Duración:	01/01/2007 a 31/12/2010
Investigador responsable:	García Gracia, Miguel
Nº investigadores participantes:	26
Precio Total del Proyecto:	1.070.000 €
Título del Proyecto:	Diseño y control de sistemas híbridos de generación de energía eléctrica considerando la incertidumbre de los recursos renovables y de la demanda. Proyecto Nacional de I+D (ENE 2006 – 14973/ALT)
Entidad Financiadora:	Ministerio de Educación y Ciencia – Plan Nacional I+D.
Entidades participantes:	Departamento de Ingeniería Eléctrica (Universidad de Zaragoza).
Duración:	30/10/2006 a 30/10/2008
Investigador responsable:	Bernal Agustín, José Luis
Nº investigadores participantes:	5
Precio Total del Proyecto:	50.336 €

#### 5.2.4 CONTRIBUCIONES A CONGRESOS

Autores:	J. Sallán, J.F. Sanz, A. Llombart, M.P. Comech, J.L. Villa.
Título:	Efficiency improvement in wind turbines by increasing speed range using a tandem connection scheme.
Tipo de participación:	Oral
Fecha:	4-7 Junio 2007
Autores:	J.L. Villa, A. Llombart, J.F. Sanz, J. Sallán
Título:	Development of a 5 kW ICPT System SS Compensated with a Large Airgap
Tipo de participación:	Oral
Fecha:	4-7 Junio 2007
Autores:	A. Llombart, C. Pueyo, R. Lázaro
Título:	Dynamic data filtering for wind power systems: Stochastic framework based on Kalman Filter
Tipo de participación:	Póster
Fecha:	7-10 Mayo 2007
Autores:	A. Llombart, A. Mallet, N. Burillo, C. Pueyo y E. Telmo
Título:	Influence of orography on wind resource assessment programs
Tipo de participación:	Póster
Fecha:	7-10 Mayo 2007
Autores:	M.P. Comech, S. Martín, J. Mur, I. Franco, M. García Gracia
Título:	Modelling of squirrel cage turbina for voltaje dips studies.
Congreso:	Proceedings of the international workshop on large-scale integration of wind power and transmission networks for offshore wind farms
Lugar de celebración:	Delft-Holanda
Fecha:	26-28 Octubre 2006
Autores:	J.F. Sanz, J. Sallán
Título:	Development of a new connection scheme for variable-speed wind turbines using squirrel-cage generators.
Congreso:	IECON 2006
Lugar de celebración:	París
Fecha:	7-10 Noviembre 2006

## 5.2.5 PATENTES

Título del Contrato:	Método para el control de producción en aerogeneradores eléctricos
Investigador responsable:	Mariano Sanz Badía, Francisco J. Val Tomás, Andrés Llombart Estopiñan.
Empresa/Adm. Financiera:	MADE Tecnologías Renovables, S.A.
Título:	Programa HOGA (Hybrid Optimization by Genetic Agustín)
Inventores:	Rodolfo Dufo López y José Luis Bernal Agustín
Nº de solicitud:	Z-499-05 (Registro de la Propiedad Intelectual)
Empresas que la explotan:	Varias – Uso libre de la aplicación informática para fines docentes, de investigación y de diseño.
Título:	Método de apoyo a la toma de decisiones en la gestión y mantenimiento de aerogeneradores
Inventores (p.o. de firma):	Andrés Llombart Estopiñán, Roberto Gutiérrez Ardanaz, José Manuel Fandos Martín, Jesús Sallán Arasan, Carlos Pueyo Rufas, José J. Guerrero Campo, Enrique Telmo Martínez, Julio J. Melero Estela, Miguel García Gracia
N. de solicitud:	P200602486
País de prioridad:	ESPAÑA
Fecha de prioridad:	29-09-2006
Entidad Titular:	Gamesa Eólica, S.A.
Empresas/s que la explotan:	Gamesa Eólica, S.A.
Título:	Gestión interna y de periféricos de un sistema de medida y análisis de recursos energéticos multiobjetivo (GESAIRE-SV1.0) (Programa informático)
Solicitantes (p.o. de firma):	Julio J. Melero Estela, Juan J. Pérez Aragües, Andrés Llombart Estopiñán, Iván Lalaguna Alcaine, Fernando Galindo García
N. de solicitud:	Z-143-07
Fecha de solicitud:	23-03-2007
Fecha de inscripción:	30-05-2007
Entidad Titular:	Fundación CIRCE e Instrumentación y Componentes, S.A.
Empresas/s que la explotan:	Instrumentación y Componentes, S.A.
Título:	Adquisición, análisis y procesado automático de datos para la elaboración de la curva de potencia de aerogeneradores (CP-AIRE-SV1.0)
Solicitantes (p.o. de firma):	Julio J. Melero Estela, Juan J. Pérez Aragües, Andrés Llombart Estopiñán, Iván Lalaguna Alcaine y Fernando Galindo García
N. de solicitud:	Z-142-07
Fecha de solicitud:	23-03-2007
Fecha de inscripción:	30-05-2007
Entidad Titular:	Fundación CIRCE e Instrumentación y Componentes, S.A.
Empresas/s que la explotan:	Instrumentación y Componentes, S.A.
Título:	Sistema de medida para el ensayo de curva de potencia y calidad de red en aerogeneradores, así como calidad de suministro eléctrico.
Solicitantes (p.o. de firma):	Julio J. Melero Estela, Juan J. Pérez Aragües, Carlos Betrán Otín, Miguel A. García García, Andrés Llombart Estopiñán, Roberto Zapata San Martín y Santiago O. Moñux Belloso.
N. de solicitud:	ES2212752
Fecha de solicitud:	05-03-2007
Fecha de inscripción:	
País de prioridad:	España
Países beneficiarios:	España
Entidad Titular:	Fundación CIRCE e Instrumentación y Componentes, S.A.
Empresas/s que la explotan:	Instrumentación y Componentes, S.A.

## 5.3 GRUPOS Y LÍNEAS DE TRABAJO

### 5.3.1 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Director: Sanz Badía, Mariano  
 Teléfono: 976 76 19 25  
 E-mail: msanz@unizar.es

Miembros del grupo: Arroyo García, Juan Bautista  
 Bayod Rújula Angel A.  
 Botero García, Diego  
 García Gracia, Miguel  
 Llombart Estopiñán, Andrés  
 Sanz Badía, Mariano  
 Mur Amada, Joaquín  
 Ortíz Delgado, Samuel  
 Sallán Arasanz, Jesús  
 Sanz Osorio, José Francisco  
 Zapata San Martín, Roberto

Líneas de investigación:

- Energía Eólica:
  - Estudio del control fasorial aplicado a los generadores eólicos asíncronos para el aumento del rango de aprovechamiento del viento.
  - Estudio de la calidad de la energía generada y su influencia en la red de distribución
  - Estudio de la predictibilidad de la potencia eólica.
  - Estudios de la viabilidad de emplazamientos para la ubicación de parques eólicos.
- Energía Hidráulica:
  - Análisis de viabilidad de explotaciones, realización de anteproyectos y seguimiento de obras.
- Energía Solar:
  - Análisis de viabilidad de explotaciones, realización de anteproyectos y seguimiento de obra.
- Integración de Energías Renovables
  - Generación.
  - Reducción de costes en instalaciones de bombeo para riego.

Colaboraciones Externas: Actualmente se están desarrollando proyectos de investigación para: ERZ, CEASA, TAIM TFG y CHE

### 5.3.2 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LÍNEAS ELÉCTRICAS Y SUBESTACIONES

Director: Sanz Osorio, José Fco.  
 Teléfono: 976 76 24 03  
 E-mail: jfsanz@unizar.es

Miembros del grupo: Llombart Estopiñán, David  
 Gimeno Larma, Micaela  
 San Miguel Soriano, Daniel  
 Martínez Clemente, Fco. Javier

Piedrafita Piedrafita, Carlos  
 Lupiáñez Torrents, Patricia  
 Tarragó Navarro, Natalia  
 Rojas Zambrano, Pedro Ignacio  
 Tomás Gutiérrez, Alberto  
 Fraga Grisi, Edson  
 Soler Lloréns, Joaquín

Líneas de Trabajo: Ingeniería de Control de SET's. Desarrollo y normalización de Posiciones Tipo. Realización de Programas Informáticos para Automatización de realización de Esquemas.

### 5.3.3 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DE GENERACIÓN Y SUMINISTRO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

Director: Sanz Badía, Mariano  
 Teléfono: 976 76 19 25  
 E-mail: msanz@unizar.es

Miembros: Sanz Badía, Mariano  
 García Gracia, Miguel  
 García García, Miguel Angel  
 Arroyo García, Juan Bautista  
 Sanz Osorio, José  
 Llombart Estopiñán, Andrés  
 Sallán Arasanz, Jesús  
 Mur Amada, Joaquín  
 Comech Moreno, Ma. Paz  
 García García, Daniel

Líneas de Investigación: - Análisis del comportamiento de la red de distribución y transporte con los sistemas de generación y consumo.  
 - Estudio y elaboración de medidas correctoras.

Colaboraciones Externas: ERZ  
 NEG.MICON

### 5.3.4 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MERCADOS ELÉCTRICOS

Director: Yusta Loyo, José María  
 Teléfono: 976 76 19 29  
 E-mail: jmyusta@unizar.es

Miembros del grupo: Yusta Loyo, José María  
 Bernal Agustín, José Luis  
 Domínguez Navarro, José Antonio  
 Khodr, Hussein M.  
 Pérez Vidal, José Martín

Líneas de Trabajo: -Cálculo de precios óptimos en sectores eléctricos liberalizados. Tarifas dinámicas y precios en tiempo real. Caracterización de la demanda de los consumidores y segmentación del mercado.  
 - Aplicación de Técnicas de optimización no lineal al diseño de estrategias de comercialización de la electricidad en mercados en competencia.  
 - Desarrollo de herramientas de análisis de acciones de gestión de la demanda de consumidores industriales en el mercado liberalizado y compra óptima de las instalaciones de edificios del

sector terciario conectados en tiempo real con el mercado eléctrico.  
 - Estudios de planificación estratégica del negocio eléctrico y Elaboración de Previsiones de Precios y Demandas.

Colaboraciones Externas: Contratos con diferentes empresas para acceso óptimo al mercado Eléctrico.

### 5.3.5 GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE APLICACIONES DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS

Director: Bernal Agustín, José Luis  
 Teléfono: 976 76 19 21  
 E-mail: jlbernal@unizar.es

Miembros del Grupo: Bernal Agustín, José Luis  
 Dufo López, Rodolfo  
 Domínguez Navarro, José Antonio  
 Yusta Loyo, José María  
 Bayod Rújula, Ángel Antonio  
 Requena, Durlym  
 Mendoza, Franklin  
 Díaz, Alexis

Líneas de Investigación: Aplicaciones de los algoritmos evolutivos a la resolución de problemas de la ingeniería

Colaboraciones externas: Colaboración con la Universidad Experimental José Antonio de Sucre (Venezuela) y la Universidad Simón de Bolívar (Venezuela)

### 5.3.6 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

Director: Sanz Badía, Mariano  
 Teléfono: 976 76 19 25  
 E-mail: msanz@unizar.es

Miembros del Grupo: Arroyo García, Juan Bautista  
 Delgado Ortiz, Samuel  
 García Gracia, Miguel  
 Llombart Estopiñán, Andrés  
 Melero Estela, Julio  
 Sanz Badía, Mariano  
 Zapata San Martín, Roberto

Líneas de Trabajo: Análisis del impacto en la red eléctrica de las energías renovables

Colaboraciones Externas: Actualmente se están desarrollando proyectos de investigación para: ERZ

### 5.3.7 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES A LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Director: Sanz Badía, Mariano  
 Tfno: 976 76 19 25  
 E-mail: msanz@unizar.es

Miembros del Grupo:	Arroyo García, Juan Bautista García Gracia, Miguel Letosa Fleta, Jesús Llombart Estopiñán, Andrés Melero Estela, Julio Javier Sallán Arasanz, Jesús Sanz Osorio, José Francisco Val Tomás, Francisco J. Villa Gazulla, Juan Luis
Líneas de Trabajo:	Análisis de la producción de hidrógeno mediante fuentes renovables. Aplicación de la electrónica de potencia como interfaz entre las fuentes renovables y los sistemas de producción. El almacenamiento energético a través de hidrógeno como estabilizador del sistema eléctrico.
Trabajos en proceso:	-Se posee amplia experiencia en el desarrollo de equipos electrónicos de potencia en baños electrolíticos. Actualmente se está trabajando en la elaboración de sistemas de almacenamiento para la obtención de hidrógeno por electrólisis y en proyectos de integración de Energías Renovables analizando aspectos relacionados con el almacenamiento energético en forma de hidrógeno.

### 5.3.8 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

Director:	García Gracia, Miguel
Tfno:	976 76 19 23
E-mail:	mggracia@unizar.es
Miembros del Grupo:	García Gracia, Miguel Comech Moreno, Ma. Paz Montañés Espinosa, Antonio Martín Arroyo, Susana López Andía, Diego Giménez de Urtasun, Laura
Líneas de Trabajo:	-Cálculo y ajuste de protecciones con Cape. -Automatización de la parametrización y ajuste de equipos. -Análisis del Impacto en la Red de la Generación Eólica: simulación dinámica de aerogeneradores. -Desarrollo de Modelos de Parques Eólicos. -Colaboraciones externas. -Cálculo de Parámetros de Líneas Áreas, Cables.
Otras líneas de trabajo:	Anillo 132 kV Zaragoza (Diseño y Ajuste del Sistema de Protecciones), Desarrollo de Modelos de Aerogeneradores para ACCIONA WAP, Simulación de Huecos de Tensión ACCIONA WP, Simulación de FACTS (CESA)

### 5.3.9 GRUPO DE INVESTIGACIÓN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (RECONOCIDO OFICIALMENTE POR EL GOBIERNO DE ARAGÓN DESDE 2004, GRUPO T49)

Director:	Yusta Loyo, José María
Tfno:	976 76 19 22
E-mail:	jmyusta@unizar.es

Miembros del Grupo:	Andrés García, Sergio Bernal Agustín, José Luis Carod Pérez, Eva Sara Domínguez Navarro, José Antonio Dufo López, Rodolfo Félez Justes, Ángel Bayod Rújula, Angel Antonio Mur Amada, Joaquín Porta Royo, Luis Velilla Marco, María Jesús Yusta Loyo, José María
Líneas de Trabajo:	- Operación socioeconómica óptima de la generación, distribución, y comercialización de la electricidad mediante tecnologías de la información. - Aplicación de técnicas de optimización matemática e inteligencia artificial a la planificación de redes eléctricas. - Gestión, operación y control de redes eléctricas para la mejora de la calidad del suministro.

#### 5.3.10 GRUPO DE TRABAJO EN COMPUTACIÓN SUAVE APLICADA EN LOS SISTEMAS DE POTENCIA (PERTENECE AL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GE3 – GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA)

Director:	Domínguez Navarro, José Antonio
Teléfono:	976 76 24 01
E-mail:	jadona@unizar.es
Web:	<a href="http://ge3.unizar.es/index.html">http://ge3.unizar.es/index.html</a>
Miembros del grupo:	Bernal Agustín, José Luis Domínguez Navarro, José Antonio Yusta Loyo, José María
Líneas de Trabajo:	- Previsión de la Demanda Eléctrica a corto y largo plazo con Técnicas neuro-difusas en los Sistemas de Potencia. - Planificación de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica. - Desarrollo de Técnicas neuro-difusas en los Sistemas de Potencia. - Análisis de la Incertidumbre en los Sistemas de Potencia

#### 5.3.11 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ANÁLISIS INTEGRAL DE RECURSOS EÓLICOS

Director:	Melero Estela, Julio Javier
Teléfono:	976 76 24 02
E-mail:	melero@unizar.es
Miembros del Grupo:	Pérez Aragüés, Juan José Betrán Otín, Carlos Pérez Fernández, Carlos Cervero García, David Bruna Romero, Jorge
Líneas de Trabajo:	Ensayo de curvas de potencia: IEC 61400 – 12. Estudios de calidad de red.
Otras líneas de trabajo:	Calibración in-situ de sistemas de toma de datos meteorológicos para evaluación de pot. Eólico. Análisis de calidad de energía: IEC

61400 – 21. Análisis del ruido producido por un aerogenerador y por los parques eólicos. Desarrollo de equipos de medida: Polivalente: Multitrigger, multipunto y sincronizado.

### 5.3.12 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN POTENCIAL Y RECURSO EÓLICO

Director:	Llombart Estopiñán, Andrés
Teléfono:	976 76 23 98
E-mail:	llombart@unizar.es
Miembros del Grupo:	Pueyo Rufas, Carlos Rubio Asensio Martín, Javier Talayero Navales, Ana Diallo, Mamadou Álvarez Pérez Aradros, Olga Burillo Esteban, Nieves Beltrán Martínez, Francisco Javier Llombart Estupiñán, Daniel Mallet, Adrien Coscolluela Soteras, Luis García Peraire, Manuel Liso Jaqués, Fernando Lozano Domingo, Luis Fernando Morata Crespo, David Zito, Angelo
Líneas de Trabajo:	Análisis del potencial eólico. Estudios comparativos de producción para distintos aerogeneradores. Homologación de estudios de potencial eólico. Toma de datos meteorológicos. Previsión de velocidad de viento. Control de producción de aerogeneradores. Desarrollo de algoritmos de filtrado de datos.

### 5.3.13 GRUPO DE TRABAJO DE AUTOMATIZACIÓN Y ACCIONAMIENTOS

Director:	Ibáñez Álvarez, Francisco
Teléfono:	976 76 26 10
E-mail:	fcoiba@unizar.es
Miembros del Grupo:	Arcega Solsona, Francisco J. Alcalá Heredia, Vicente Aznar Colino, Eduardo Blasco Sánchez, Mariano Ibáñez Álvarez, Francisco Royo Gracia, Joaquín Sainz Martín, Esther Sanz Osorio, José Francisco Villa Gazulla, Juan Luis
Líneas de Trabajo:	- Automatas Programables - Monitorización de Procesos Industriales - Redes de Comunicación Industrial
Trabajos Realizados:	Se imparten cursos de los diferentes apartados tanto a empresas como a estudiantes de la Universidad de Zaragoza



**5.3.14 LABORATORIO DE METROLOGÍA ELÉCTRICA**

Director:	Arcega Solsona, Francisco Javier
Tfno:	976 76 21 69
E-mail:	arcefafj@unizar.es
Miembros del Grupo:	Arroyo García, Juan Bautista García García, Miguel Angel Melero Estela, Julio Javier Castell Esteban, Juan Manuel Telmo Martínez, Enrique
Líneas de Trabajo:	a) Calibración: a.1) Calibración acreditada: Acreditación 67/LC119 Anexo Técnico Rev. 3, En laboratorio e "in situ"; 1000 V, 1000 A y 100 MW. a.2) Calibración no acreditada: Rangos más amplios; Manteniendo la trazabilidad.  B) Ensayo: Aislantes; Motores; Alta tensión; Calentamiento; Tiempo de activación de sucesos; Resistencia superficial de un aislante; Otros tipos de ensayos basados en características eléctricas y/o físicas . Planes de calibración y mantenimiento. Métodos de realizar ensayos: Laboratorio o de producción. Auditorías Técnicas: ENAC, COFRAC, AEMCLRP.

**5.3.15 LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Director:	Sanz Badía, Mariano
Teléfono:	976 76 19 25
E-mail:	msanz@unizar.es
Miembros del grupo:	Sanz Badía, Mariano Bayod Rújula, Angel Antonio García García, Miguel Angel Llombart Estopiñán, Andrés Sanz Osorio, José Francisco Sallán Arasanz, Jesús Ortiz Delgado, Samuel Llombart Estopiñán, David
Líneas de Investigación:	- Compensación activa de distorsiones en media tensión. - Convertidores de potencia con mínima influencia en la red eléctrica. - Mejora del rendimiento en generadores eléctricos - Estudios de Viabilidad de plantas de cogeneración - Estudio de mejora de la eficiencia energética en instalaciones industriales

**5.3.16 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

Director:	Sanz Badía, Mariano
Teléfono:	976 76 19 25
E-mail:	msanz@unizar.es
Miembros del Grupo:	Sanz Osorio, José Francisco Sallán Arasanz, Jesús Alonso Tejedor, Miguel Angel

Líneas de Trabajo: Estudio de sistemas aislados con alto grado de integración de energías renovables. Análisis, simulación y demostración de tecnologías de conexión a red de generadores renovables.

### 5.3.17 GRUPO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CALIDAD EN EDUCACIÓN EN INGENIERÍA (EDUQTECH)

Director: Arcega Solsona, Francisco Javier  
Plaza, Inmaculada  
Teléfono: 976 76 21 69  
E-mail: arcegafj@unizar.es

Miembros del Grupo: Arcega Solsona, Francisco Javier  
Marcuello Pablo, Juan José  
Ibáñez Álvarez, Francisco

Líneas de Trabajo/investigación: La línea principal de trabajo del grupo se centra en fomentar la calidad en la educación en las escuelas de ingenieros. Así podemos indicar otras líneas de investigación más detalladas:

- Aplicación de la filosofía de la calidad en el aula y en los laboratorios.
- Evaluación de herramientas y materiales docentes.
- Certificación y acreditación: Indicadores de calidad.
- Estudio y difusión de las mejores prácticas de adaptación a créditos ECTS en enseñanzas técnicas como mejora a la movilidad de alumnos.
- E-learning.
- Docencia de compatibilidad electromagnética en ingeniería.

Colaboraciones externas: Dpto. de Tecnología Electrónica: Inmaculada Plaza, Tomás Pollán, Carlos Medrano, Ana López.  
EUPT: Sagrario Sánchez.  
Otras Universidades: EUETT de la Universidad Politécnica de Cataluña, Montserrat Corbalán.  
Empresas: Ramón Peña (Aplus+) y Ana B. Posa (Calidad y Dirección).

### 5.3.18 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN APLICACIONES DE LA MEDIDA DE CORRIENTE ELÉCTRICA (GIAMCE)

Director: Arcega Solsona, Francisco Javier  
Teléfono: 976 76 21 69  
E-mail: arcegafj@unizar.es

Miembros del Grupo: Arcega, Francisco Javier  
Royo Gracia, Joaquín  
Lahoz García, Carlos L.

Líneas de Trabajo/investigación: La líneas principales de trabajo del grupo se centran en las aplicaciones de la medida de la corriente eléctrica. Así podemos indicar entre otras:

- Análisis de signatura en señales eléctricas para optimizar el mantenimiento de máquinas eléctricas. De la información de las frecuencias de la corriente se puede obtener información del estado de la máquina y sus posibles defectos.

- Análisis de las corrientes del rayo.
- Compatibilidad electromagnética (EMC) en sistemas complejos. La línea se basa en estudiar la EMC en sistemas complejos sujetos o no sujetos a norma. La línea analiza la problemática de EMC a nivel de sistema y no a nivel de componente como se venía realizando hasta ahora.

Colaboraciones externas: ITA: Fernando González Arreche.

### 5.3.19 GRUPO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PROTOTIPOS INDUSTRIALES (INDEPRO)

Director: Arcega Solsona, Francisco Javier  
Teléfono: 976 76 21 69  
E-mail: arcegafj@unizar.es

Miembros del Grupo: Arcega Solsona, Francisco Javier  
Alcalá Heredia, Vicente  
Millán de Cortés, Carlos  
Lahoz García, Carlos L.  
Nevot Bosch, Salvador  
Pardina Carrera, Antonio  
Porta Royo, Luis  
Royo Gracia, Joaquín  
Sainz Martín, Esther  
Seguí Lahoz, Rafael

Líneas de Trabajo/investigación: La líneas principales de trabajo del grupo se centran en la investigación, desarrollo e innovación de prototipos industriales. Así podemos destacar entre otras actividades:

- Análisis y optimización de procesos industriales.
- Desarrollo de MSIP.
- Optimización de un sistema de ACS.
- Asesoramiento a empresas.

Colaboraciones externas: Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

### 5.3.20 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ANÁLISIS NUMÉRICO Y RESOLUCIÓN – MEDIANTE MEF- DE PROBLEMAS ELECTROMAGNÉTICOS APLICADOS A LA INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Director: Letosa Fleeta, Jesús  
Teléfono: 976 76 25 89  
E-mail: jletosa@unizar.es

Miembros del Grupo: Usón Sardaña, Antonio  
Samplón Chalmeta, Miguel  
Artal Sevil, Jesús Sergio  
Villén Martínez, Mayte  
Clavería Sanmiguel, J. Ignacio

Líneas de Trabajo/investigación: Simulación, modelado y resolución de problemas electromagnéticos aplicados a la Ingeniería Eléctrica.