

8, 9 y 10 de julio de 2015  
Zaragoza



saei15



**XXII SEMINARIO ANUAL  
DE AUTOMÁTICA,  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL  
E INSTRUMENTACIÓN**

LIBRO DE RESÚMENES

---

---

DEPÓSITO LEGAL: Z-1051-2015

ISBN: 978-84-944131-2-4

---

## Esquema del programa

	Miércoles	Jueves	Viernes
8h30		Registro	
9h00	Registro		Registro
9h30	Inauguración	ATEC4 CON3 TCP4	
10h00	PLENARIA I José A. Cobos (CEI-UPM)	PLENARIA III W. Gerard Hurley (NUI, Galway)	INS2 CON4 TCP6
10h30			Café
11h00	Café	Café	
11h30			INS3 CON5 DISP2
12h00	ATEC1 CON1 TCP1	INS1 ADIC2 DISP1	
12h30			PLENARIA IV Arturo Fernández (ESA)
13h00	ATEC2 ADIC1 TCP2	Presentación técnica Rohde & Schwarz	Presentación SAAEI 2016
13h30			
14h00	Comida	Lunch & Learn by National Instruments	Comida
14h30			
15h00			
15h30	ATEC3 CON2 TCP3		
16h00	PLENARIA II Rob Reilly (MIT, IEEE Div.VI Director )	ATEC5 ADIC3 TCP5	
16h30			
17h00	Café	Café	
17h30	Póster I Reuniones Capítulos IEEE	Póster II Reunión Comité SAAEI	
18h00			
19h30	Visita guiada Palacio de la Aljafería	Visita guiada Zaragoza	
20h30		Cena de Gala Gran Hotel	



Esquema del programa.....	1
Índice general.....	3
Bienvenida .....	5
Comités.....	7
Sedes del SAAEI .....	9
Información General .....	11
Eventos destacados.....	13
Eventos sociales .....	15
Sesiones Plenarias.....	17
Presentaciones Técnico-Profesionales .....	21
Presentaciones y póster - Miércoles 8 de Julio .....	23
Presentaciones en sesión oral .....	23
Presentaciones en sesión póster .....	33
Presentaciones y póster – Jueves 9 de Julio .....	41
Presentaciones en sesión oral .....	41
Presentaciones en sesión póster .....	53
Presentaciones – Viernes 10 de Julio.....	61
Presentaciones en sesión oral .....	61
Índice de Autores.....	69



El Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación (SAAEI) es un congreso donde especialistas e investigadores de universidades, centros de investigación y empresas ponen en común los resultados de sus trabajos recientes e intercambian ideas de proyectos y tesis doctorales en marcha. Las áreas temáticas más representativas son la electrónica de potencia, el control de sistemas, la instrumentación y sus aplicaciones tecnológicas y didácticas.

En esta su vigésimo segunda edición, el SAAEI regresa a Zaragoza diecinueve años después, a la actual Escuela de Ingeniería y Arquitectura. La organización corresponde al Grupo de Electrónica de Potencia y Microelectrónica (GEPM), integrado en el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) de la Universidad de Zaragoza.

Nos alegra comprobar que transcurren las ediciones y el congreso mantiene su nivel de aceptación, a pesar de las dificultades actuales de la actividad investigadora. En esta ocasión el programa propuesto se estructura en 24 sesiones orales y 2 sesiones de póster, para un total de 112 trabajos seleccionados. Además de las sesiones ordinarias, se han organizado cuatro sesiones plenarias y dos presentaciones técnicas. A todo ello se añaden los expositores de empresas y las actividades sociales, con visitas a lugares emblemáticos de la ciudad.

Agradecemos el esfuerzo de todas las personas que colaboran en el desarrollo de este congreso, incluyendo los distintos comités (organizador, permanente y científico), autores, ponentes invitados, revisores, moderadores de sesiones y personal de apoyo. Destacamos también a todas las instituciones y empresas que participan y patrocinan el evento. Personalmente, estoy especialmente orgulloso de la excelente implicación de los miembros de mi grupo y el personal del I3A en la organización del congreso. Gracias a todos.

Desde el comité organizador os deseamos que disfrutéis de las actividades programadas y de vuestra estancia en Zaragoza.

José Miguel Burdío  
Coordinador general



### Coordinador general del SAAEI 2015

*José Miguel Burdío Pinilla*

### Comité organizador del SAAEI 2015

<i>Jesús Acero Acero</i>	<i>Abelardo Martínez Iturbe</i>
<i>José Ignacio Artigas Maestre</i>	<i>Arturo Mediano Heredia</i>
<i>Carlos Bernal Ruiz</i>	<i>Pilar Molina Gaudó</i>
<i>Claudio Carretero Chamarro</i>	<i>Aránzazu Otín Acín</i>
<i>Alberto Domínguez Vicente</i>	<i>Estanis Oyarbide Usabiaga</i>
<i>Eduardo Laloya Monzón</i>	<i>Francisco J. Pérez Cebolla</i>
<i>Ignacio Lope Moratilla</i>	<i>Héctor Sarnago Andía</i>
<i>Óscar Lucía Gil</i>	<i>Isidro Urriza Parroqué</i>

### Comité permanente del SAAEI

*Luis Martínez Salamero* (U. Rovira i Virgili)  
*Joan Peracaula* (U. Politècnica Catalunya)  
*Francesc Guinjoan* (U. Politècnica Catalunya)  
*Alberto Poveda* (U. Politècnica Catalunya)  
*Domingo Biel* (U. Politècnica Catalunya)  
*Carlos Martínez Peñalver* (U. Vigo)  
*Alfonso Lago* (U. Vigo)  
*Francisco Azcondo* (U. Cantabria)  
*Rosario Casanueva* (U. Cantabria)  
*Aurelio García Cerrada* (U. Pontificia Comillas)  
*Enrique Dedé* (U. Valencia)  
*Corinne Alonso* (LAAS-CNRS Toulouse)  
*Bruno Estibals* (LAAS-CNRS Toulouse)  
*Abelardo Martínez Iturbe* (U. Zaragoza)  
*Javier Sebastián* (U. Oviedo)  
*Marta Hernando* (U. Oviedo)  
*Arturo Fernández* (European Space Agency)  
*Andrés Iborra* (U. Politècnica Cartagena)  
*Andrés Barrado* (U. Carlos III Madrid)  
*Antonio Lázaro* (U. Carlos III Madrid)  
*Manuel Mazo* (U. Alcalá)  
*José Luis Martín* (U. País Vasco / EHU)  
*Enrique Romero* (U. Extremadura)  
*Carlos Couto* (U. Minho)  
*Óscar García* (U. Politècnica Madrid)  
*Abdelali El Aroudi* (U. Rovira i Virgili)

## Comité científico del SAAEI: Coordinadores de Áreas Temáticas

### Técnicas de conversión de potencia. Convertidores y amplificadores

*Jesús Doval* (U. Vigo)

*Clara Marina Sanz* (U. Carlos III Madrid)

*Marta Hernando* (U. Oviedo)

### Técnicas de control en convertidores de potencia. Implementaciones analógicas, digitales y mixtas

*Pedro Alou* (U. Politécnica Madrid)

*Domingo Biel* (U. Politécnica Catalunya)

*Carlos Olalla* (U. Rovira i Virgili)

### Sistemas de instrumentación y medida. Redes de sensores

*Jorge Marcos Acevedo* (U. Vigo)

*Francisco Ferrero* (U. Oviedo)

*José A. García Souto* (U. Carlos III Madrid)

### Dispositivos electrónicos de potencia y componentes pasivos

*Philippe Goudignon* (CSIC CNM IMB)

### Aplicaciones tecnológicas

*Abelardo Martínez Iturbe* (U. Zaragoza)

*José Luis Martín* (U. País Vasco)

*Esteban Sanchis-Kilders* (U. Valencia)

*Enrique Romero* (U. Extremadura)

*Aurelio García Cerrada* (U. Pontificia Comillas)

*Fernando Briz* (U. Oviedo)

*María Isabel Milanés* (U. Extremadura)

### Aplicaciones didácticas

*Cristina Fernández* (U. Carlos III Madrid)

*Íñigo Oleagordia* (U. País Vasco / EHU)

*Alfonso Lago* (U. Vigo)

## Sedes del SAAEI

---

### Sedes anteriores

<i>I</i>	1994	Universidad Rovira i Virgili	Tarragona
<i>II</i>	1995	Universidad Politécnica de Cataluña	Tarragona
<i>III</i>	1996	Universidad de Zaragoza	Zaragoza
<i>IV</i>	1997	Universidad de Valencia	Valencia
<i>V</i>	1998	Universidad Pública de Navarra	Pamplona
<i>VI</i>	1999	Universidad Pontificia de Comillas	Madrid
<i>VII</i>	2000	Universidad Politécnica de Cataluña	Tarrasa
<i>VIII</i>	2001	Universidad Politécnica de Cataluña	Matanzas, <i>Cuba</i>
<i>IX</i>	2002	Universidad de Alcalá	Alcalá de Henares
<i>X</i>	2003	Universidad de Vigo	Vigo
<i>XI</i>	2004	Universidad Rovira i Virgili	Toulouse, <i>Francia</i>
<i>XII</i>	2005	Universidad de Cantabria	Santander
<i>XIII</i>	2006	Universidad de Oviedo	Gijón
<i>XIV</i>	2007	Universidad Politécnica de Cataluña	Puebla, <i>México</i>
<i>XV</i>	2008	Universidad Politécnica de Cartagena	Cartagena
<i>XVI</i>	2009	Universidad Carlos III de Madrid	Leganés
<i>XVII</i>	2010	Universidad del País Vasco	Bilbao
<i>XVIII</i>	2011	Universidad de Extremadura	Badajoz
<i>XIX</i>	2012	Univ. do Minho y Univ. de Vigo	Guimaraes, <i>Portugal</i>
<i>XX</i>	2013	Universidad Politécnica de Madrid	Madrid
<i>XXI</i>	2014	Univ. Rovira i Virgili, Univ. Mohamed V	Tánger, <i>Marruecos</i>
<i>XXII</i>	2015	Universidad de Zaragoza	Zaragoza

### Próxima sede

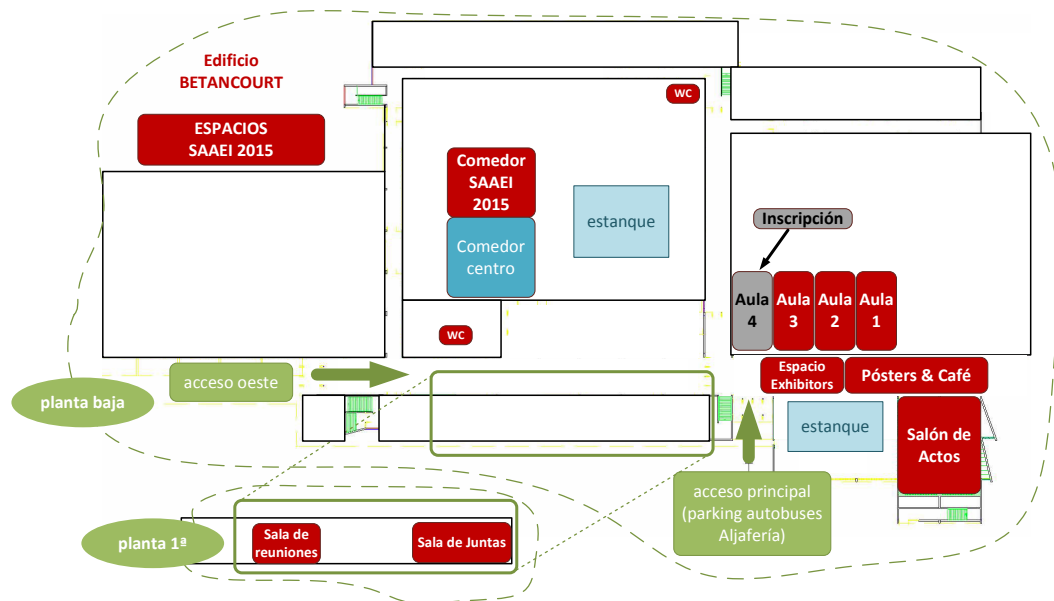
<i>XXIII</i>	2016	Universidad Miguel Hernández	Elche
--------------	------	------------------------------	-------



## Lugar de celebración

El SAAEI 2015 se celebrará en el Edificio Betancourt de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. La Escuela está situada en el Campus Río Ebro, C/ María de Luna 3 de Zaragoza.

A continuación se muestra un plano del edificio Betancourt con el detalle de situación de los espacios asociados a las distintas actividades.



## Acceso al SAAEI 2015

El tranvía de Zaragoza ([www.tranviasdezaragoza.es/](http://www.tranviasdezaragoza.es/)) es una de las mejores opciones para acceder al Campus Río Ebro. Los hoteles recomendados están situados a lo largo de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Junto con la documentación se entregará a los inscritos una tarjeta con 5 trayectos para el tranvía. Se ruega devolver la tarjeta al finalizar el congreso. A continuación se muestra un plano del acceso al edificio Betancourt a partir de la parada "Campus Río Ebro".



Otras opciones para acceder al Campus Río Ebro son las líneas 43 y 44 de los autobuses urbanos de Zaragoza (<http://www.urbanosdezaragoza.es/>).

En la web de la Escuela (<https://eina.unizar.es/como-llegar/>) se dispone de información adicional sobre los accesos y otras cuestiones.

## Registro y secretaría

La mesa de registro estará situada en el Aula 4 a la entrada de la zona señalada como “Espacio Exhibitors” en la planta baja del edificio Betancourt. El horario de la mesa de registro será el siguiente:

Miércoles 8 de julio de 8:30 h a 9:30 h

Jueves 9 de julio de 8:30 h a 9 h

Viernes 10 de julio de 9 h a 9:30 h

El registro completo permite asistencia a todas las sesiones y presentaciones técnicas, conferencias plenarias, actos sociales, cafés y comedor, tarjeta de tranvía y memoria USB con las actas.

Durante el congreso será necesario llevar la tarjeta identificativa en un lugar visible.

## Instrucciones para los autores

### Sesiones orales

Las presentaciones orales serán como máximo de 15 minutos y a continuación se tendrán 3 minutos de tiempo para preguntas/respuestas. Las salas dispondrán de un ordenador y proyector, por lo que los autores deben llevar la presentación en formato electrónico (PowerPoint o PDF) en una memoria USB y grabarla en el ordenador de la sala antes del comienzo de la sesión correspondiente. Las salas estarán abiertas 30 minutos antes del comienzo de las sesiones para que los autores puedan cargar y verificar su presentación. Se recomienda a los ponentes que lleven preparada unas líneas sobre su currículum para que sean presentados por el moderador de la sesión. Para asegurar el correcto desarrollo del congreso se ruega a los autores que se ajusten al tiempo asignado.

### Sesiones póster

Las sesiones de póster tendrán lugar en la zona de acceso a las aulas donde se desarrolla el congreso. Los pósteres serán de tamaño A0 en formato VERTICAL y con libre formato, pero deberán mostrar claramente el título, autores y filiación de los mismos. Los pósteres deberán ser colgados preferentemente antes de las 16:40 del día de su presentación para su correcta presentación en la sesión de las 17:00 que corresponda.

## WiFi

Durante el Seminario los asistentes tendrán acceso gratuito a la siguiente red.

Red: wiuz  
Usuario: SAAEI15  
Clave: SAAEI\*\*2015

## Eventos destacados

---

### INAUGURACIÓN MIÉRCOLES 8 9:30 h-10 h Salón de Actos, Edificio Betancourt

La inauguración de la XXII edición del SAAEI contará con la participación de la Vicerrectora de Transferencia e Innovación Tecnológica de la Universidad de Zaragoza, el Director de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, el Director del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón y el Coordinador General del congreso.

### REUNIÓN CAPÍTULO IEEE MIÉRCOLES 8 17 h-18 h Salas 1ª planta

Se celebrarán reuniones del Capítulo Español IEEE PELS-IES (Sala de Juntas, 1ª planta Edificio Betancourt) y del Capítulo Español IEEE Educación (Sala de Reuniones, 1ª planta Edificio Betancourt).

### REUNIÓN COMITÉ PERMANENTE SAAEI JUEVES 9 17 h-18 h Sala Juntas

En esta reunión se hará balance de la XXII edición del SAAEI y se pasará el testigo a los organizadores de la XXIII edición.

### PRESENTACIÓN SAAEI 2016 VIERNES 10 13 h-13:30 h Salón de Actos

Se presentará la edición XXIII del SAAEI y la clausurará la presente edición.



### VISITA PALACIO DE LA ALJAFERÍA

MIÉRCOLES 8 18 h-20:30 h

El primer evento social programado consiste en una visita al **Palacio de la Aljafería**. Se dispondrá de autobuses que saldrán desde la sede del congreso a las 18:00 horas, justo después de terminar las sesiones de la tarde. Los autobuses permitirán guardar los materiales de los asistentes y realizarán la ruta de retorno a los hoteles.



La Aljafería es un palacio fortificado construido en Zaragoza en la segunda mitad del siglo XI por iniciativa de Al-Muqtadir como residencia de los reyes hudíes de Saraqusta. Diez siglos después, aquel palacio de la alegría que soñó el monarca musulmán Al-Muqtadir continúa siendo, junto con la Alhambra de Granada y la Mezquita de Córdoba, una de las joyas artísticas de la presencia musulmana en el sur de Europa. La UNESCO, en el año 2001, declaró Patrimonio de la Humanidad el arte mudéjar de Aragón, destacando que el palacio de la Aljafería es uno de los monumentos más representativos del mudéjar, que se ha convertido en el símbolo de la arquitectura civil aragonesa y, probablemente, en una de las referencias obligadas de la historia y la cultura españolas. Más de tres millones de visitantes, desde la restauración iniciada a mediados de la década de los ochenta, lo atestiguan.

Los visitantes, cuando acceden al monumento, no solo se encuentran con las hermosas arquerías del palacio islámico, que contrastan con la imponente presencia de la torre del Trovador, un espacio en el que Giuseppe Verdi desarrolló una parte de su romántica acción en la ópera *Il Trovatore*, sino que también recorren el palacio medieval de los Reyes de Aragón, con los alfarjes que cubren sus salas, o la parte que fue edificada sobre el ala norte del recinto islámico por los Reyes Católicos, en la que produce asombro su Salón del Trono con la espectacular techumbre de madera dorada y policromada.

La Aljafería ha vivido diversos avatares, cambios y etapas. Aún recuerdan muchos aragoneses su condición de cuartel en el siglo XX. Pero hoy, ya concluidos los trabajos de restauración del monumento en su última fase, es un edificio vivo y abierto, un referente cultural, que muestra su larga historia y acoge entre sus muros a la institución que representa a todos los aragoneses: Las Cortes de Aragón.

VISITA GUIADA ZARAGOZA

JUEVES 9

19:30 h

Se trata de una agradable visita guiada a pie por el centro histórico de la ciudad, que se inicia en la Plaza del Pilar y finaliza en el hotel de la cena de gala a la hora prevista.

CENA DE GALA GRAN HOTEL

JUEVES 9

20:30 h



El **Gran Hotel** es un hotel clásico y emblemático de la ciudad de Zaragoza, construido en 1929 a instancias del Rey Alfonso XIII. Ubicado en una zona exclusiva, en pleno centro comercial de la ciudad, está a 10 minutos en transporte público de la estación de trenes y a escasos metros del tranvía, y a la misma distancia paseando de los lugares de interés turístico, Basílica del Pilar, la Catedral de La Seo, el Museo Provincial, que cuenta con los lienzos del pintor Francisco Goya, y la zona del “Tubo”, situada en el casco histórico de la ciudad. Un sitio estratégico para disfrutar y conocer Zaragoza.

**José Antonio Cobos – Universidad Politécnica de Madrid-CEI (UPM-CEI)**

### **Learnings on Power Electronics at CEI-UPM**

Moderador: José Miguel Burdío – Universidad de Zaragoza



**Resumen:** The Center for Industrial Electronics is a University based center, integrating interdisciplinary research groups motivated to educate engineers and develop new concepts, to be transferred to the Industry. The CEI was created in 2006 and in this period has achieved a national and international renown in the field of Industrial Electronics. In this presentation the CEI's organization and the keys of this success are outlined and discussed.

**Bio:** José A. Cobos is a Professor at the Technical University of Madrid (UPM) since 2001. His contributions are focused in the field of power supply systems for telecom, aerospace, industrial, automotive and medical applications. His research interests include energy efficiency in digital circuits and RF amplifiers, magnetic components, piezoelectric transformers, transcutaneous energy transfer and dynamic power management.

He received the "UPM Research and Development Award for faculty less than 35 years of age", and the "Richard Bass Outstanding Young Power Electronics Award of the IEEE" (year 2000). He advised 14 Doctoral dissertations, he published over 200 technical papers, and holds 6 patents. Recently he received the Semikron Innovation Award for the teamwork on "RF Power Amplifier with Increased Efficiency and Bandwidth". He has been awarded with one of the ten Google "Little Box Challenge" awards, to develop the smallest possible inverter, for PV panels and high density batteries.

He is the Director of the "Centro de Electrónica Industrial, CEI-UPM", a university research center, leading a strong industrial program in power electronics, with technology transfer through direct R&D contracts with more than 20 different companies in Europe, US, Australia and China.

He has been cooperating with the IEEE (SM'12) and other professional associations (reviewer, session chair, topic chair and Associate Editor). Since 2003 he is serving as Associate Editor of the Transactions on Power Electronics. From 2002 to 2005 he served as AE of the IEEE-PELS letters. He is AdCom member of the IEEE Power Electronics Society and member of the Steering committee of IEEE-APEC.

**Rob Reilly - MIT & IEEE Division VI Director**

**Becoming a Rock Star!**

Moderador: Manuel Castro - UNED



**Resumen:** We are all knowledgeable in our specific area of interest. We all strive to increase our knowledge, we all strive to expand our skills. All of us can reach for the stars, can become world renowned in our field of interest. The road to achieving all this is within our grasp. The difficulty is that there are so many many 'roads' in front of us. Knowing which 'road' to embark upon might be our dilemma.

The right road for academics may be a matter of adjusting one's pedagogical approach; the road for industrial scientists and engineers may a matter of staying current in your field. BUT there are a few step that everyone can take to become a rock star in any field of endeavor (e.g., identify and engage a mentor, increase the difficulty and scope of the problems (even if imaginary), dive down deeply in the knowledge pool (more deeply than your colleagues), measure twice and cut once), and more. The full presentation will dive more deeply into this topic!

**Bio:** Dr. Rob Reilly received a Doctoral degree and Bachelor's degree from the University of Massachusetts at Amherst (USA), as well as a Master's degree from Springfield College (Massachusetts USA). He has been a computer science teacher at various institutions for over 30 years. Some highlights of his career include: serving in the Office of Information Technologies at the University of Massachusetts at Amherst, where his research dealt with the formulation of university wide policy for the integration and application of educational technology; serving as a researcher at the Institute of Intelligent Systems at the University of Memphis (Tennessee USA); and, functioning as a researcher in the Media Lab at the Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.).

He is a Member of the IEEE Board of Directors for 2015-2016, he is also a member of the Board of Governors of the IEEE Education Society and the IEEE Computer Society.

In recent years, he received the International Society for Engineering Pedagogy's (IGIP) Nikola Tesla Medal for excellence in teaching pedagogy, the IEEE-MGA Leadership Award, the IEEE Larry K. Wilson Transnational Award, the IEEE Education Society's Edwin Jones Jr. Meritorious Service Award, the IEEE Computer Society's Contributions in a Pre-University Environment Award, and the Massachusetts Department of Education's Technology Pathfinder Award.

**William Gerard Hurley – National University of Ireland, Galway (NUIG)****Challenges and Trends in Magnetics**

Moderador: Jesús Acero – Universidad de Zaragoza

**Resumen:** This lecture describes the current state of magnetics in terms of research and design challenges as well as trends and applications. Current research challenges include magnetic materials, high frequency effects, fringing in gapped inductors and transformers, leakage inductance and packaging.

Current trends and applications include planar magnetics, integrated magnetics, Power Supply on Chip (PwrSoC), wireless power transfer, solar generation, wideband devices and consumer electronics.

**Bio:** William Gerard Hurley received the B.E. degree in Electrical Engineering from the National University of Ireland, Cork in 1974, the M.S. degree in Electrical Engineering from the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA, in 1976 and the PhD degree at the National University of Ireland, Galway in 1988.

He worked for Honeywell Controls in Canada from 1977 to 1979. He worked for Ontario Hydro from 1979 to 1983. He lectured in electronic engineering at the University of Limerick, Ireland from 1983 to 1991 and is currently professor of Electrical Engineering at the National University of Ireland, Galway. He is the Director of the Power Electronics Research Centre there. He served on the faculty at the Massachusetts Institute of Technology as a Visiting Professor of Electrical Engineering in 1997/1998. Prof. Hurley has given invited presentations on magnetics in Mexico, Japan, Singapore, Spain, Czech Republic, Hong Kong, China, Australia and USA.

Research interests include high frequency magnetics, power quality, and renewable energy systems. Prof. Hurley is a Fellow of the IEEE. He was General Chair of the Power Electronics Specialists Conference in 2000. He is the 2013 recipient of the IEEE PELS Middlebrook Award for Technical Achievement. He was appointed Distinguished Lecturer of the IEEE for 2014/15.

**Arturo Fernández – European Space Agency (ESA)****Nuevos Desarrollos en Sistemas de Potencia Espaciales**

Moderador: Javier Sebastián – Universidad de Oviedo

**Resumen:** La ponencia comienza con una introducción a los sistemas de potencia normalmente utilizados en aplicaciones espaciales de la Agencia Espacial Europea (ESA). En la introducción se trata de describir las topologías típicas de todo el sistema, incluyendo los paneles solares, las baterías, las unidades de conversión principales y posteriormente las secundarias.

También se hace una breve introducción a la principal problemática asociada a los sistemas electrónicos que deben trabajar en el espacio.

Una vez comprendido el sistema y sus problemas, se pasan a describir los desarrollos que se están llevando a cabo en la ESA para mejorar las prestaciones o la fiabilidad de los sistemas de potencia, así como una breve descripción de los programas de I+D promovidos por la Agencia.

**Bio:** Arturo Fernández nació en Oviedo en 1972. Obtuvo el título de Ingeniero Industrial en 1997 en la Universidad de Oviedo y el de Doctor Ingeniero Industrial en 2000 en la misma universidad.

Se incorporó al Grupo de Sistemas Electrónicos de Alimentación de la Universidad de Oviedo en 1998, inicialmente como profesor asociado, pasando a ser profesor titular en 2003.

Desde 2007 es miembro de la División de Sistemas de Potencia de la Agencia Espacial Europea.

En estos momentos forma parte del equipo de desarrollo del satélite Bepi-Colombo y de la nave tripulada Orión.

También trabaja en diversos programas de investigación de sistemas de potencia para espacio.

PRESENTACIÓN 1 JUEVES 9 12:30 h-13:30 h Salón de Actos Edificio Betancourt

**Leonardo Nanetti - Rohde & Schwarz**

### **AC/DC and DC/DC converters characterization**

Moderador: Arturo Mediano – Universidad de Zaragoza

**Resumen:** In this talk, the techniques for measurement and evaluation of the most important parameters during a Switching Mode Power Supply design will be described including:

- Current harmonic measurement according to EN 61000
- Switching loss measurements
- Output ripple/noise test
- Safe operation area (SOA) test
- Inrush Current

Some of those techniques are useful for other power electronic systems and state of the art instrumentation will be considered along the conference. Questions from attendees will be welcomed.

**Bio:** Degree in electrical engineering. After more than 15 years of experience with the major manufacturers of instrumentation is now responsible for the development the Rohde&Schwarz oscilloscope business in Southern Europe.

LUNCH & LEARN JUEVES 9 13:30 h-15 h Comedor Edificio Betancourt

**Guillermo Prados – National Instruments**

### **Prototipado rápido de sistemas electrónicos mediante una nueva generación de instrumentación basada en software**

Moderador: Arturo Mediano – Universidad de Zaragoza

**Resumen:** En la carrera por desarrollar un nuevo instrumento, un nuevo sistema de control de potencia embebido, o cualquier otro dispositivo electrónico reprogramable, el precio y el plazo de entrega siguen siendo clave. La industria suele confundir el precio del producto acabado con el del prototipo, y también mezcla los tiempos de la Investigación (I) con los de la innovación (i).

En esta presentación trabajaremos la creación de prototipos pre-industriales así como la nueva generación de instrumentos diseñados por software, sin perder de vista ni el precio ni los plazos de entrega. También mostraremos cómo llegar los primeros al final del diseño basado en modelos, gracias a la integración de los pasos anteriores y descarga del software embebido en el controlador electrónico.

**Bio:**

Guillermo Prados es Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona, y posee amplia formación en tecnología y gestión de equipos y proyectos. Contratado por National Instruments, tras una formación internacional trabajó en el grupo de Soporte Técnico, dirigió la oficina de ventas de Barcelona y, actualmente, lidera el Programa Académico de National Instruments para toda España. Le gusta aprender, compartir y apoyar a grupos de investigación y educacionales de Universidades y Centros de Investigación (incluidas las ICTS).

Dispone de experiencia en proyectos industriales y de investigación con empresas tecnológicas de múltiples sectores: automoción, dispositivos biomédicos, energías tradicionales y renovables, etc. Fue Profesor Asociado en la EPS de la Universidad de Girona durante 5 años, impartiendo clases en diferentes titulaciones de grado y Máster MFPS. También codirigió un proyecto final de carrera y participó activamente en investigación aplicada, en particular la orientada al desarrollo de un páncreas artificial para ayudar al control de glucemia en personas diabéticas.

Ha colaborado en la creación de libros de LabVIEW, publicaciones, posters y revistas.

### Presentaciones en sesión oral

ATEC1

APLICACIONES TECNOLÓGICAS

Moderador: **Marta Hernando (Universidad de Oviedo)**

11:30 h – 12:30 h

Aula 1

Miércoles

#### 11:30 h **Configurable power inverter for magnetic hyperthermia for cancer treatment purpose**

O. García<sup>(1)</sup>, A. Bravo<sup>(1)</sup>, N. Moreno-Arrones<sup>(1)</sup>, A. Gutiérrez<sup>(1)</sup>, P. Alou<sup>(1)</sup>, J.A. Oliver<sup>(1)</sup>, J.A. Cobos<sup>(1)</sup>, J. Uceda<sup>(1)</sup>, E. Aznar<sup>(2)</sup>, R. Martínez-Máñez<sup>(2)</sup>, C. Sánchez<sup>(3)</sup>, O. Casanovas<sup>(4)</sup>, J. Serrano<sup>(4)</sup>, F. del Pozo<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Politécnica de Madrid-CEI, <sup>(2)</sup> Universidad Politécnica de Valencia, <sup>(3)</sup> Universidad San Pablo-CEU, <sup>(4)</sup> Universidad Politécnica de Madrid

This paper shows an example of collaboration of people of different areas working together and achieving a promising result. In this case, a power electronics circuit allows the generation of high frequency magnetic field that can be used to increase the temperature of cancer cells previously invaded with magnetic nanoparticles. Although the research is one of the early stages, the results show that this technique could be a real option in the future. The circuit designed for this purpose is a high frequency phase-shift inverter implemented with SiC devices and natural ZVS. A big part of the design effort has been focused in the optimization of the power inductor that contains the sample with the nanoparticles.

#### 11:50 h **Diseño de un SoC para detección de complejos QRS en señal electrocardiográfica**

R. Gutiérrez<sup>(1)</sup>, Á. Hernández<sup>(1)</sup>, J.J. García<sup>(1)</sup>, W.P. Marnane<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Alcalá, <sup>(2)</sup> University College Cork, Ireland

A lo largo de las últimas tres décadas se han propuesto numerosos algoritmos de detección de complejos QRS. La mayoría de estos algoritmos se han centrado en la completa eliminación de los diferentes ruidos y artefactos que afectan a las señales electrocardiográficas y, debido al aumento del número de recursos disponibles en las plataformas de ejecución de los mismos, éstos han evolucionado hacia una complejidad cada vez mayor. En el área de monitorización remota es muy común el uso de dispositivos portátiles. Estos dispositivos, por un lado, disponen de un número de recursos reducidos y, por otro, se alimentan a través de baterías. Debido a esto, es necesario llegar a un compromiso entre la precisión de los algoritmos que se implementen en ellos y su complejidad. En este trabajo se propone un detector de complejos QRS eficiente y se detalla su implementación sobre una arquitectura SoC (System-on-Chip) basada en una FPGA (Field-Programmable Gate Array). Los resultados muestran que, empleando un número de recursos acotado, se obtienen unos valores de sensibilidad y predictibilidad positiva superiores a 99,49 %, que hacen viable la implementación realizada para su uso en aplicaciones de telemedicina.

**12:10 h Peak Shaving en Palestina mediante generación fotovoltaica y baterías**

G. Velasco, F. Casellas, F. Guinjoan, R. Piqué, H. Martínez García

Universidad Politécnica de Cataluña

En este trabajo se consideran los aspectos técnicos y económicos relacionados con el uso de generación fotovoltaica y baterías en la implementación de estrategias de Peak Shaving en Palestina. El estudio se realiza mediante un proceso de simulación diseñado a tal efecto y que utiliza el perfil de demanda medido en el Hospital Universitario An-Najah, situado en la ciudad de Nablus, y los datos de irradiancia medidos en la estación meteorológica que el Energy Research Center de la Universidad de An-Najah tiene en esta ciudad. Se presentan diversos resultados de simulación que pueden utilizarse a modo de guía práctica para el dimensionamiento energético de estos sistemas y también se ofrecen datos económicos referentes al ahorro económico y plazos de amortización obtenidos.

**CON1 TÉCNICAS DE CONTROL EN CONVERTIDORES DE POTENCIA.  
IMPLEMENTACIONES ANALÓGICAS DIGITALES Y MIXTAS**

Moderador: Luis Martínez Salamero (Universidad Rovira i Virgili)

11:30 h – 12:30 h

Aula 2

**11:30 h Diseño de reguladores para convertidores CC-CC en cascada: una orientación práctica**

M Sanz, A Lázaro, D López del Moral, P Zumel, C. Fernández, I. Quesada, A. Barrado

Universidad Carlos III de Madrid

Las tendencias actuales en los sistemas de distribución de potencia están relacionadas con el uso de arquitecturas de potencia distribuidas en lugar de centralizadas. Las arquitecturas distribuidas son más complejas ya que requieren el uso de una red de convertidores de potencia para distribuir la potencia de forma adecuada. Además, en la mayoría de los casos están formadas por convertidores de diferentes fabricantes que, por motivos de confidencialidad, no proporcionan los datos necesarios para parametrizar un modelo de los convertidores. Como consecuencia, para realizar el diseño de los reguladores de los convertidores conectados en cascada en estas arquitecturas es necesario realizar medidas adicionales de los convertidores que pueden resultar complejas y por tanto, requerir una instrumentación avanzada y costosa. En este artículo se propone un método de diseño de reguladores para convertidores en cascada que está basado en parametrizar un modelo a partir de medidas adicionales del convertidor pero pretende evitar la necesidad de medidas adicionales complejas. El método de diseño propuesto se ha validado en el diseño del regulador de un sistema formado por la cascada de dos convertidores reductores.

**11:50 h Mecanismo anti-windup para el control resonante de un filtro activo**

A. Rodríguez, J.L. Zamora, A. García, M. Ochoa

Universidad Pontificia de Comillas-ICAI

Los reguladores resonantes tienen una aplicación típica en el control selectivo de armónicos en filtros activos de potencia. El diseño y aplicación de este tipo de reguladores se ha presentado en detalle en la literatura pero se ha prestado poca atención a su comportamiento cuando se produce saturación en el mando. En este artículo se presenta un procedimiento para trabajar con reguladores resonantes en condiciones de saturación en el mando (anti-windup) en un filtro activo paralelo con compensación de potencia reactiva. El sistema propuesto se basa en la saturación dinámica, independiente y óptima en

cada armónico mediante la resolución de un problema de optimización cuadrática con restricciones lineales dentro de cada periodo de control. La optimización sólo se realiza en caso de que se alcancen los límites de saturación.

### 12:10 h **Control en modo deslizante con comparador con histéresis y frecuencia de conmutación fija**

V. Repecho del Corral, D. Biel, E. Fossas

Universidad Politécnica de Cataluña

En este artículo se presenta una estructura de control que permite operar a frecuencia de conmutación fija en modo deslizante. La implementación se realiza mediante un comparador de histéresis variable, cuyo valor se ajusta mediante un lazo adicional de control que mide el periodo de conmutación ciclo a ciclo, y garantiza frecuencia de conmutación fija en estado estacionario. El lazo adicional se modela para poder estudiar las condiciones de estabilidad, y se desarrolla un criterio de diseño para dicho lazo. Se presentan simulaciones y resultados experimentales que validan la estructura de control propuesta.

TCP1

TÉCNICAS DE CONVERSIÓN DE POTENCIA.  
CONVERTIDORES Y AMPLIFICADORES

Moderador: **Pedro Alou (Universidad Politécnica de Madrid-CEI)**

11:30 h – 12:30 h

Aula 3

### 11:30 h **Propuesta de una fuente de alimentación CA/CC para lámparas LED de sustitución basada en la conexión de una resistencia libre de pérdidas en serie con la entrada**

D.G. Lamar, M. Arias, I. Castro, M.M. Hernando, J. Sebastián

Universidad de Oviedo

Hoy en día es una realidad que los diodos emisores de luz (Light-Emitting Diodes, LEDs), tienen un gran potencial para suceder a las lámparas incandescentes debido a su mayor eficiencia y vida útil. Es obvio que la circuitería asociada a la alimentación de estos dispositivos también tiene que ser eficiente y con una larga vida útil. En el caso concreto que las lámparas LED de sustitución, también se hace necesario que la Fuente de Alimentación (FA) tenga un alto Factor de Potencia (FP) y un coste muy bajo. En este artículo se va a proponer una novedosa solución para el diseño lámparas LED para sustituir a las lámparas incandescentes. La propuesta se basa en un concepto muy sencillo: la conexión en serie con la tensión de entrada rectificadas de una FA conmutada, actuando como una Resistencia Libre de Pérdidas (RLP), y así conformar una corriente de entrada compatible con la normativa vigente. Como topología para la implementación de la FA se va a proponer un convertidor flyback trabajando en Modo de Conducción Crítico (MCCr). El artículo se estructurará en diferentes partes: se repasará el estado del arte, se presentarán las ideas generales del concepto propuesto, se realizará un análisis de la distorsión de la corriente de entrada para en caso particular de un convertidor flyback trabajando en MCCr, y finalmente se mostrarán los resultados experimentales de un prototipo de 12 W para corroborar los análisis realizados.

**11:50 h Implementación de un sistema de standby en un elevador con corrección del factor de potencia**K. Martín<sup>(1)</sup>, P.F. Miaja<sup>(1)</sup>, D.G. Lamar<sup>(1)</sup>, J. Sebastián<sup>(1)</sup>, S. Álvarez<sup>(2)</sup><sup>(1)</sup> Universidad de Oviedo, <sup>(2)</sup> Marshall Amplification HK Ltd., Hong Kong

La normativa actual para la mejora de la eficiencia energética en Fuentes de Alimentación (FA) conmutadas CA/CC fijan límites de consumo en reposo (en terminología anglosajona, standby) tan bajos como 0,5 W. En ciertos convertidores con controles complejos, los propios circuitos de sensado dificultan alcanzar un consumo tan reducido. En este trabajo se analizan diversas opciones para implementar una protección de standby en una FA CA/CC cuya primera etapa es un convertidor elevador con Corrección de Factor de Potencia (CFP). Por su aplicación, la alimentación de un amplificador de guitarra de gama económica, exige además que se trate de un sistema robusto y de bajo coste. Tras el estudio de las ventajas e inconvenientes de las distintas soluciones posibles, se opta por la desconexión del convertidor actuando sobre un tiristor en serie con la entrada. Esta solución cumple los requisitos de consumo eléctrico a la vez que se ajusta al resto de especificaciones.

**12:10 h Convertidor CC/CC a partir de módulos en modo de conducción continuo y discontinuo conectados en serie**

C. Fernández, P. Zumel, M. Sanz, A. Lázaro, A. Barrado

Universidad Carlos III de Madrid

Este trabajo presenta el análisis del comportamiento de un sistema modular de convertidores CC/CC en conexión serie-serie. El objetivo es explorar una solución simple que proporciona un funcionamiento estable mediante la conexión de los convertidores totalmente independientes. La propuesta es diseñar todos los convertidores operando en modo de conducción discontinuo excepto uno de ellos, que trabaja en modo de conducción continuo y es el que determina la relación de tensiones entre la entrada y la salida. Este enfoque ha sido validado experimentalmente en un sistema de dos módulos. Además se propone una versión mejorada de esta solución al incluir un control adicional para mantener constantes las tensiones de entrada de los módulos trabajando en discontinuo.

ATEC2

APLICACIONES TÉCNOLÓGICAS

Moderador: **Abelardo Martínez (Universidad de Zaragoza)**

12:30 h – 13:30 h

Aula 1

**12:30 h Equilibrado intrínseco de tensión de un módulo de supercondensadores por agrupamiento óptimo utilizando algoritmos de particionado**E. Oyarbide<sup>(1)</sup>, C. Bernal<sup>(1)</sup>, P. Molina<sup>(1)</sup>, L.A. Jiménez<sup>(2)</sup>, R. Gálvez<sup>(2)</sup><sup>(1)</sup> Universidad de Zaragoza, <sup>(2)</sup> EPIC Power

Los supercondensadores son dispositivos de baja tensión por lo que normalmente se suelen utilizar en conjuntos serializados. Debido a las tolerancias de producción las capacidades en serie no son idénticas por lo que se emplean técnicas de equilibrado de tensión. Si el módulo va a estar sometido a ciclos de carga-descarga rápidos, los circuitos de equilibrado activos deben de ser capaces de intercambiar la potencia nominal, por lo que resultan caros. Trabajos previos han mostrado que la

conexión en serie de subconjuntos de supercondensadores en paralelo minimiza la dispersión de la capacidad equivalente serializada y, por consiguiente, minimiza las diferencias de tensión entre supercondensadores, mejorando de esta forma la vida útil del módulo. Este artículo propone una estrategia de distribución de supercondensadores basada en algoritmos de particionado que consigue optimizar la dispersión de la capacidad equivalente de los submódulos formados por supercondensadores en paralelo. De esta forma se mejora la cantidad total de energía que se puede almacenar y se alarga la vida útil del módulo.

### **12:50 h Prototipo de multi-inversor resonante serie para calentamiento por inducción doméstico**

M. Pérez, H. Sarnago, Ó. Lucía, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

La topología multi-inversor resonante serie ha demostrado ser una solución efectiva y de coste reducido para la implementación de encimeras de calentamiento por inducción multibobina. Para verificar los últimos avances e investigaciones en este campo se ha implementado un prototipo compacto capaz de alimentar nueve cargas y que dispone de un sistema de monitorización para medir los principales parámetros de la etapa de potencia. Se ha elaborado un sistema de comunicaciones con el PC que permite adquirir los datos medidos y modificar con gran versatilidad las estrategias de modulación y control. Esto, a su vez, ha hecho posible un rápido desarrollo de algunos ejemplos de aplicación representativos como la detección y el control de potencia de los recipientes.

### **13:10 h Diseño y optimización de inductores en PCB extra-finas para superficies de cocción flexibles**

J. Serrano, I. Lope, C. Carretero, J. Acero, R. Alonso, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

En este trabajo se describe el diseño y el método de optimización para un inductor de reducido tamaño en placa de circuito impreso. El método combina un modelo analítico de un sistema inductor formado por un bobinado con conductores de sección rectangular y simulaciones por análisis de elementos finitos (FEA) lo que proporciona una importante reducción en los costes computacionales. Basándose en los resultados de simulación, se realiza un análisis paramétrico que tiene como objetivo minimizar las pérdidas en el bobinado y maximizar así la eficiencia. Este análisis arroja buenos resultados en cuanto al uso de PCBs extra-finas. Finalmente, se implementa un prototipo de laboratorio utilizando una estructura de cable de litz adaptada a PCB en los inductores. Sobre el prototipo se han tomado medidas en condiciones reales de funcionamiento obteniendo buenos resultados que concuerdan con las simulaciones realizadas.

Moderador: **Cristina Fernández (Universidad Carlos III de Madrid)**

12:30 h – 13:30 h

Aula 2

**12:30 h Estudio y análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca con instrumentación virtual**

I.J. Oleagordía, M Barrón, J.I. San Martín

Universidad del País Vasco

En este trabajo se describe la metodología, desarrollo e implementación de un entorno didáctico orientado al estudio y análisis de la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (VFC) a partir de los datos aportados por un electrocardiograma (ECG). Para la generación de la correspondiente instrumentación virtual se emplea el LabVIEW Biomedical Toolkit. En una primera fase se adquiere la señal del ECG y se realiza un preprocesado de la misma mediante un filtrado y eliminación de la fluctuación de la línea de base (detrend). La siguiente fase corresponde al procesado de la señal ECG tomado como datos las ondas QRS, formación de la serie temporal de los intervalos RR y análisis de la información correspondiente a la variación del ritmo cardiaco tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia. Este material y experiencia docente corresponden a un Curso de Formación Continua en Bioelectrónica, concretamente al módulo Análisis y Tratamiento de Señales Bioeléctrica impartido en la EUITI de Bilbao de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

**12:50 h Medida experimental del comportamiento dinámico de fuentes de alimentación**

J.A. Martín-Ramos, A. Álvarez-Álvarez, P.J. Villegas, A. Martín-Pernía

Universidad de Oviedo

En últimos cursos de educación superior los alumnos deben abordar el diseño de lazos de realimentación de sistemas. La electrónica de potencia, y en particular las fuentes de alimentación de continua, proporcionan un entorno idóneo para introducir la teoría clásica de control. En este artículo se muestra una manera sencilla de obtener experimentalmente el comportamiento dinámico de convertidores CC/CC. El material necesario para ello es bastante habitual en un laboratorio de prácticas de electrónica, y consta de un generador de funciones, una tarjeta de adquisición de señales y un PC. El equipo resultante es portátil, de bajo coste y con excelentes prestaciones, pues la medida que proporciona es de alta fiabilidad y se realiza en un tiempo razonable. Para ello se ha desarrollado una aplicación informática de gestión de equipos y tratamiento de señal. La respuesta obtenida permite trazar la ganancia del sistema en módulo y fase para un rango de frecuencias configurable entre 10Hz y 100kHz. El resultado es una excelente herramienta para el diseño de lazos de realimentación de convertidores CC/CC con frecuencias de conmutación de hasta 500kHz o incluso algo superior.

**13:10 h Utilización de herramientas “open source” en el Trabajo Fin de Grado**

P. Zumel, S. Niclos, D. Trapero, M. Sanz, C. Fernández

Universidad Carlos III de Madrid

La proliferación en los últimos años de una cultura open source y la aparición de plataformas de desarrollo accesibles y de bajo coste pone a disposición de alumnos y profesores unas herramientas muy interesantes para el desarrollo de Trabajos de Fin de Grado acotados en el tiempo y con características docentes como el carácter multidisciplinario, diseños completos y la difusión a nivel de comunidad de usuarios. En el entorno del desarrollo de Trabajos de Fin de Grado se muestran dos

experiencias basadas en cierto grado en el uso de herramientas open source y la experiencia previa de los estudiantes con las mismas. El primer proyecto consiste en el diseño, construcción y caracterización de un extrusor de hilo de plástico para ser utilizado en impresoras 3D. El segundo proyecto consiste en el diseño y construcción de un enchufe inteligente controlable a través de internet. En ambos casos se logra recorrer todo el proceso de diseño, desde la concepción hasta la puesta en marcha de un prototipo funcional.

TCP2

TÉCNICAS DE CONVERSIÓN DE POTENCIA.  
CONVERTIDORES Y AMPLIFICADORES

Miércoles

Moderador: **Diego González-Lamar (Universidad de Oviedo)**

12:30 h – 13:30 h

Aula 3

**12:30 h Convertidor CC/CC de media tensión de entrada para paneles solares orgánicos**

J.A. Villarejo<sup>(1)</sup>, S. Chauoki<sup>(2)</sup>, E. De Jódar<sup>(1)</sup>, R. García-Valverde<sup>(1)</sup>, F. Krebs<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Politécnica de Cartagena, <sup>(2)</sup>Danish Technical University, Denmark

En este trabajo se presenta el diseño de un convertidor de media tensión de entrada para ser utilizado como transformador de continua que sirva de conexión entre un sistema fotovoltaico basado en células orgánicas y un inversor de conexión a red comercial. Se ha construido un prototipo de 1500W y 5kV de tensión de entrada. Se han conectado convertidores resonantes LLC con las entradas conectadas en serie y las salidas conectadas en paralelo. Para el reparto de tensión entre los convertidores se ha utilizado la técnica de mantener la misma señal de disparo en todos los convertidores.

**12:50 h HFAC-link based PV microinverter with active decoupling circuit**

L. Korošec, T. Konjedic, M. Truntič, M. Rodič, M. Milanovič

University of Maribor, Slovenia

This paper proposes a pulse-density modulated (PDM) flyback-based microinverter with high-frequency ac (HFAC) link and active decoupling circuit. The converters structure and basic operating principle are analyzed. The advantages of utilizing an active decoupling circuit and the demand for using PDM are explained. The operation of the proposed microinverter was verified by experiment.

**13:10 h Convertidor de alta eficiencia CC-CC Forward-Flyback con autotransformador para aplicaciones fotovoltaicas**

D. López del Moral, A. Barrado, M. Sanz, A. Lázaro, C. Fernández, P. Zumel

Universidad Carlos III de Madrid

Las arquitecturas con seguimiento del punto de máxima potencia distribuido (DMPPT) constituyen una de las soluciones más prometedoras para resolver los problemas asociados a los desajustes (mismatching) entre paneles fotovoltaicos (photovoltaic, PV). En este tipo de arquitecturas hay un convertidor CC-CC por panel PV, que tiene la función de hacer trabajar a dicho panel PV en su punto de máxima potencia. Con el fin de obtener la máxima flexibilidad en la distribución de los paneles PV, es necesario que el convertidor CC-CC sea capaz tanto de elevar como de reducir. Otras características deseadas en los convertidores aplicados a arquitecturas DMPPT son alta eficiencia y bajo coste. En este trabajo se propone una nueva topología de convertidor CC-CC para aplicaciones PV. Además, se analiza tanto el principio de operación del convertidor como sus principales

características estáticas. También se ha realizado una comparativa de la eficiencia a nivel teórico entre la topología propuesta y la del Reductor-Elevador no inversor (RENI), aplicados ambos convertidores a una planta solar de 100kW. Se han tenido en cuenta tres escenarios con diferentes condiciones de sombra. En todos los casos analizados, la topología propuesta presenta mejor eficiencia que la del Reductor-Elevador no inversor.

Moderador (prov): **Carlos Bernal Ruiz (Universidad de Zaragoza)**

15 h – 15:40 h

Aula 1

**15 h Estimación en tiempo-real de las curvas I-V de un panel fotovoltaico mediante LEON3 SoC.**

R. Gutiérrez, D. Ahmetovic, J.M. Blanes, A. Garrigós

Universidad Miguel Hernández

En este trabajo presentamos una implementación práctica de la estimación de las curvas I-V y el cálculo del punto de máxima potencia (MPP) en tiempo-real de un panel fotovoltaico (PV) por medio de un System-on-Chip basado en microprocesador LEON3 e implementado en una FPGA de bajo coste de la Familia Spartan 3A de Xilinx. Para ello hemos implementado un algoritmo, denominado IVMPPE, el cual nos permite realizar la estimación de la curva de un PV mediante la utilización de un microprocesador LEON3. A partir de la curva I-V podemos posicionar el PV en cualquier punto de trabajo, incluyendo el punto de máxima potencia (MPP), sin tener que recorrer la curva del PV o aplicar métodos de perturbación y comparación de potencia. Este microprocesador forma parte de una librería de IPs open-source proporcionada por Gaisler Research, con la particularidad que puede ser utilizada en cualquier FPGA de Xilinx, Altera y ASIC. Además disponemos de versiones tolerantes (FTLEON3) a fallos para implementaciones en sistemas críticos.

**15:20 h Control multiplexado de una matriz de micro-inversores para superficies activas de calentamiento por inducción**

I. Sanz, C. Bernal, J.M. Burdío, J. Avellaned

Universidad de Zaragoza

En este artículo se pretende dar solución a los problemas de intermodulación de una matriz de inversores individuales para calentamiento por inducción. Debido a la generación de intermodulación en la operación simultánea de varios inversores no es posible aplicar las técnicas de control clásicas. Para ello en este artículo se propone un análisis generalizado de todas las opciones de control multiplexadas. Del estudio se deriva una clasificación novedosa, que una vez aplicada a un caso concreto, permite determinar que modos de control de los presentados cumplen con los objetivos y restricciones de control. La herramienta de optimización también permite determinar el modo de control es óptimo para cada región del espacio de objetivos. Las simulaciones, para un caso concreto típico, demuestran que es posible cumplir con todos los requisitos del sistema mediante la utilización de estas técnicas de control avanzado. Se obtienen reducciones notables en la potencia instantánea necesaria.

Moderador: **Arturo Fernández (European Space Agency - ESA)**

15 h – 15:40 h

Aula 2

**15 h Design of an on-chip SIDO step-down converter with independent outputs**H. Martínez García<sup>(1)</sup>, J. Silva-Martínez<sup>(2)</sup><sup>(1)</sup> Universidad Politécnica de Cataluña, <sup>(2)</sup> Texas A&M University, USA

The portable electronics market is rapidly migrating towards more compact devices requiring multiple high-integrity high-efficiency voltage supplies for empowering the systems. This paper demonstrates a single inductor used in a buck converter with two output voltages from an input battery with voltage of value 3 V. The main targets are low cross regulation between the two outputs to supply independent load current levels while maintaining desired output voltage values well within the acceptable ripple levels. The proposed controller provides adaptive levels in order to limit the output ripple, achieving a high output voltage accuracy. A reverse current detector to avoid negative current flowing through the inductor, prevents possible efficiency degradation.

**15:20 h Identificación y control de convertidores de potencia con SoC**

M. Granda, P. Zumel, C. Fernández, A. Lázaro, A. Barrado

Universidad Carlos III de Madrid

En este artículo se describe un sistema de identificación y control de convertidores de potencia implementado en un System on Chip (SoC) que incluye un microprocesador, FPGA y ADC en el mismo dispositivo. El sistema de control es capaz de obtener la respuesta en frecuencia del convertidor a controlar, calcular el regulador para unos requisitos dinámicos fijados y realizar el control en lazo cerrado. Los resultados experimentales obtenidos en tres convertidores validan el sistema diseñado y permiten identificar los efectos de algunos de los parámetros de diseño del sistema de identificación.

Moderador: **Marina Sanz (Universidad Carlos III de Madrid)**

15 h – 15:40 h

Aula 3

**15 h Convertidor multinivel para generadores de rayos X**

A. Martín-Pernía, O. Pardo-Vaquero, P.J. Villegas, M.J. Prieto, J.A. Martín-Ramos

Universidad de Oviedo

En las aplicaciones médicas de rayos X las fuentes de alimentación de alta tensión necesarias tienen que manejar amplios rangos de potencia. La técnica de fluoroscopia requiere potencias entre 20W y 1.2kW mientras que en radioscopia la potencia manejada oscila de 1.5kW a 100kW, ambas con tensiones de cientos de kV. La topología de potencia debe diseñarse para la máxima potencia demandada lo que penaliza el rendimiento cuando se trabaja con potencias bajas. Para minimizar el problema se propone la utilización de una estructura multinivel con dos puentes resonantes LCC. La incorporación de un transformador auxiliar de baja tensión permite la interconexión de ambos puentes LCC y la modificación del tanque resonante en función de la potencia demandada, mejorándose el rendimiento del convertidor.

**15:20 h Modelado estático y de gran señal de un convertidor multinivel para radiografía y fluoroscopia**

J.A. Martín-Ramos, J.A. Martínez, O. Pardo-Vaquero, P.J. Villegas, A. Martín-Pernía

Universidad de Oviedo

En este artículo se proporciona el modelo matemático de un convertidor multinivel resonante orientado hacia fuentes de alimentación para equipos de rayos X. La etapa de potencia se ha diseñado con la suficiente versatilidad como para minimizar la corriente resonante en todo el rango de tensión de entrada, entre 400V y 750V. Debido a la necesidad de un transformador elevador, la etapa inversora está basada en la topología resonante serie-paralelo, LCC, si bien la presencia de un acoplamiento magnético adicional permite modificar el valor de los elementos reactivos en función de la potencia a transferir hacia la salida.

## Presentaciones en sesión póster

### PÓSTER 1

Moderador: **Estanis Oyarbide (Universidad de Zaragoza)**

17 h – 18 h

Hall Betancourt

#### **P-1 Convertidor de bus Intermedio de alta frecuencia para aplicaciones aeroespaciales utilizando transistores HEMT de Nitruro de Galio**

J.L. Lizán<sup>(1)</sup>, E. Maset<sup>(1)</sup>, J.B. Ejea<sup>(1)</sup>, E. Sanchís-Kilders<sup>(1)</sup>, A. Ferreres<sup>(1)</sup>, J.M. Blanes<sup>(2)</sup>, A. Garrigós<sup>(2)</sup>, J.A. Carrasco<sup>(2)</sup>, R. Gutiérrez<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Valencia, <sup>(2)</sup> Universidad Miguel Hernández

Este artículo propone la utilización de transistores HEMT de GaN para la realización de un convertidor de bus intermedio o IBC (Intermediated Bus Converter) como parte de la arquitectura de un sistema con alimentación distribuida. Trabajando a 1MHz proporcionará aislamiento y reducirá el voltaje del bus principal a un nivel intermedio (IBV). De esta manera se podrá optimizar el diseño de los diferentes convertidores finales de carga o POL (Point of Load) para que transformen, sin aislamiento, la tensión proporcionada por el convertidor IBC a los niveles requeridos por las cargas. La solución propuesta se validará experimentalmente con el diseño e implementación de un convertidor en semipunto, alimentado por corriente y con conmutaciones a corriente y tensión cero (ZCS/ZVS).

#### **P-2 Técnicas para incrementar la eficiencia de los inversores para vehículo eléctrico**

O. Oñederra, N. Arandia, A. Matallana, I. Aranzabal, I. Kortabarria

Universidad del País Vasco

Obtener una mayor eficiencia en los convertidores de potencia, es uno de los principales objetivos de la disciplina de la electrónica de potencia. Y la propulsión del vehículo eléctrico no es una excepción. Para ello, se han desarrollado varias técnicas con distintas metodologías tales como técnicas de modulación avanzadas, topologías de conmutación suave o soft-switching. En el presente artículo se muestran técnicas de incremento de eficiencia desde el nivel de dispositivo semiconductor hasta topologías de inversores.

#### **P-3 Diseño de convertidor CA-CA directo de doble salida basado en estructura puente elevador**

A. Ruiz, I. Ruiz, H. Sarnago, Ó. Lucía, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

Debido a todas las ventajas que aporta la tecnología de calentamiento por inducción, una mayor rapidez en el calentamiento, una mayor seguridad y una mayor limpieza, la implementación en la cocina doméstica ha resultado ser la más utilizada. Adicionalmente, con el fin de disminuir costes, es necesario encontrar una etapa que proporcione diversas salidas con un único convertidor. A continuación se propone una topología multi-salida con una descripción de los diferentes modos de funcionamiento, un análisis de pérdidas de los componentes, los diferentes modos de control posibles y la verificación experimental del sistema.

**P-4 Estrategia de control para dimmerizado de HBLEDs de amplio rango de regulación y baja THD**

M. Bodetto, A. Cid-Pastor, A. El Aroudi, L. Martínez-Salamero

Universidad Rovira i Virgili

En este trabajo se presenta una etapa de conversión AC-DC para su aplicación en iluminación HBLEDs. Dicha etapa convertidora ha sido diseñada para permitir una dimmerización en un rango teórico de 0 a 100 %, con una baja distorsión armónica. El funcionamiento como LFR se ha obtenido por medio de la aplicación de un control deslizante. La regulación de la corriente de carga a corriente constante se ha implementado mediante un controlador PI. Para obtener bajos niveles de THD en la entrada a muy bajos niveles de potencia se ha añadido un nuevo lazo para modular la ventana de histéresis del control deslizante en función de la corriente de referencia. De esta forma se ha obtenido un funcionamiento ideal del sistema en un rango completo de la carga. La validación de este trabajo se ha realizado de forma numérica para el convertidor  $\dot{C}uk$ , y de forma analítica para los convertidores SEPIC,  $\dot{C}uk$  y Sheppard-Taylor.

**P-5 Design and experimental characterization of a low cost equalizer for POF commercial applications**

J. M. García del Pozo, C. Aldea, S. Celma and A. Camón

Universidad de Zaragoza

Este trabajo presenta un ecualizador destinado para nodos de fibra óptica de plástico en el estándar IEEE1394. Este ecualizador lineal en tiempo continuo y de bajo coste está basado en una configuración de lazo abierto e implementa dos técnicas complementarias de compensación: "inductive shunt peaking" y "source degeneration". Dichas técnicas permiten compensar las limitaciones frecuenciales introducidas por el canal y el fotopreamplificador de manera eficiente, sin problemas de estabilidad y con un reducido consumo en potencia. El sistema de test propuesto demuestra que, incluso con fotodiodos de capacidad parásita de hasta 18 pF, el sistema alcanza unas tasas de error BER < 10<sup>-12</sup> con velocidades de transmisión de hasta 800 Mb/s, PRBS de 231-1 y fibras de longitud hasta 30 m.

**P-6 Estimación de la secuencia positiva y negativa para la sincronización con la red eléctrica**

A. Parreño, P. Roncero-Sánchez, X. del Toro, V. Feliu

Universidad de Castilla-La Mancha

El control de convertidores de potencia conectados a la red, requiere de un método de sincronización que sea rápido y preciso, y que además sea robusto ante las principales perturbaciones que aparecen en la red. En este artículo se presenta un método que permite estimar la frecuencia, la amplitud y la fase de las componentes de secuencia positiva y negativa de la red. La robustez ante perturbaciones se obtiene con una etapa de filtrado, realizada en un sistema de referencia rotatorio, que emplea filtros notch diseñados para rechazar las perturbaciones existentes: huecos de tensión, cambios en la frecuencia, saltos de fase, desequilibrios y armónicos. Los resultados experimentales muestran el funcionamiento bajo distintos casos de funcionamiento, proporcionando los parámetros estimados entre 1 y 1.5 ciclos de la frecuencia fundamental. Destacando el bajo coste computacional necesario para la implementación de los filtros.

**P-7 Harmonic suppression in the fourth wire of a three-phase four-wire shunt active power filter**

M. Ochoa, A. García, J.L. Zamora, J. Roldan

Universidad Pontificia de Comillas-ICAI

Control of three-phase voltage source converters in Synchronous Reference Frames (SRF) is a well-know method with an intrinsic frequency adaptation capability and a simple design. However, the application of this method to the zero- sequence component of four-wire three-phase converters is not straight forward. As there is only one signal in the zero- sequence component, a quadrature signal is always created in order to have the two components of a space vector, similarly to the three-phase case using Park's Transformation. This paper presents an alternative control method based on multiple reference frames for tracking or rejecting periodic signals applied to the control of the zero-sequence current of a four-wire shunt active power filter. It is demonstrated that the proposed approach can be used without creating the quadrature signal of the error, whilst maintaining an intrinsic adaptation capability to grid-frequency variations. The main contributions of this paper are validated using a laboratory prototype.

**P-8 Análisis y comparativa de distintos métodos de identificación de la carga en aplicaciones de inducción doméstica**

A. Domínguez, A. Otín, I. Urriza, L.A. Barragán, J.I. Artigas, D. Navarro

Universidad de Zaragoza

Los convertidores serie resonantes son ampliamente utilizados en aplicaciones de calentamiento por inducción doméstica, entre sus ventajas se encuentran su tamaño, eficiencia y densidad energética. Uno de los principales retos a los que se enfrenta el diseño del control de estas etapas es ser capaz de proporcionar con seguridad la potencia objetivo a una carga muy variable que depende de parámetros como la frecuencia de conmutación, la temperatura, el material del recipiente, la geometría del sistema, etc. En estas condiciones de trabajo es necesario determinar en cada instante la impedancia de la carga de inducción para poder ajustar el algoritmo de control. En este trabajo se estudian y comparan con medidas experimentales distintas estrategias de identificación publicadas con el objetivo de determinar la idoneidad de cada una de ellas en aplicaciones de inducción doméstica.

**P-9 Parametric filter laboratory with noise generator and data acquisition**

H. Martínez-García

Universidad Politécnica de Cataluña

Audio filtering systems are used in commercial applications involving equalizers. However, some of the topologies used can be modified to be used in audio signal treatment applications. Parametric filter topologies allow the user to modify independently the central frequency of the filter, the bandwidth and the gain. Using a microprocessor and programmable components will allow the user to modify the parameters of the filter and to acquire the filtered signal so it can be processed in other stages. To improve the functionality of the system, a server will be implemented to process the data sent by the user, will be sent afterwards to the microcontroller. Finally, the results obtained will be thrown back to the user.

### **P-10 Efecto de la absorción dieléctrica en circuitos de transferencia de carga para sensores capacitivos**

J.E. Gaitán-Pitre, R. Pallàs-Areny

Universidad Politécnica de Cataluña

Se presenta un análisis experimental del efecto de la absorción dieléctrica en el condensador de referencia empleado en circuitos de interfaz entre sensores capacitivos y microcontrolador basados en la transferencia de carga. Los resultados muestran que dicho efecto se puede reducir no sólo usando condensadores con baja absorción dieléctrica y alargando el tiempo de descarga, sino también descartando las primeras lecturas de la medida del sensor. El análisis experimental demuestra que para condensadores de referencia entre 220 nF y 1  $\mu$ F con diferentes materiales dieléctricos, incluido el óxido de aluminio, el coeficiente de variación (RSD) en las lecturas es menor al 0,3 % cuando el tiempo de descarga TD supera 10 ms.

### **P-11 Análisis del cálculo directo de los parámetros del circuito equivalente en una amplia muestra de motores de inducción trifásicos**

L. Guasch-Pesquer<sup>(1)</sup>, F. González-Molina<sup>(1)</sup>, A.A. Jaramillo-Matta<sup>(2)</sup>, L. Youb<sup>(3)</sup>, J.A. Barrado-Rodrigo<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Politécnica de Cataluña, <sup>(2)</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, <sup>(3)</sup> Batna University, Argelia

En este artículo se quiere comprobar si dos técnicas para el cálculo directo de parámetros de motores de inducción trifásicos presentan un buen comportamiento alrededor del punto de funcionamiento nominal. Para ello se han aplicado dichas técnicas a una muestra de 2167 motores calculando para cada uno de ellos los parámetros, mediante las dos técnicas, y 9 errores: 2 en el punto de arranque, 1 en el punto de par máximo y 6 en el punto de funcionamiento nominal. Los resultados demuestran que los errores son muy elevados en los puntos de arranque y par máximo, pero bajos en el punto de funcionamiento nominal, particularmente cuando se calculan los parámetros mediante una de las técnicas y la potencia del motor no es fraccionaria.

### **P-12 Estrategia de modulación de parada suave para el multi-inversor resonante serie aplicado al calentamiento por inducción doméstico**

Ó. Lucía, H. Sarnago, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

El calentamiento por inducción es la tecnología líder en calentamiento doméstico debido a sus ventajas en términos de eficiencia y prestaciones. Las nuevas líneas de diseño están orientadas al desarrollo de superficies de calentamiento flexibles. Para lograr dichos desarrollos, es necesario diseñar nuevas etapas de potencia de salida múltiple. Este artículo propone una estrategia de modulación de parada suave para la topología multi-inversor resonante serie. La modulación propuesta permite reducir la tensión que deben bloquear los dispositivos de conmutación, permitiendo implementaciones más económicas, fiables y con un rendimiento optimizado.

### **P-13 Implementación hardware de un algoritmo de correlación eficiente de códigos CSS multinivel**

S. Murano<sup>(1)</sup>, M.C. Pérez<sup>(2)</sup>, E. García<sup>(2)</sup>, J. Ureña<sup>(2)</sup>, C.M. de Marziani<sup>(1,3)</sup>, R. Alcoleas<sup>(1)</sup>, M. Colombo<sup>(1,3)</sup>

<sup>(1)</sup> Univ. Nacional de la Patagonia, Argentina, <sup>(2)</sup> Universidad de Alcalá, <sup>(3)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina

Los conjuntos de secuencias complementarias (CSS) han sido de gran utilidad en los últimos años en diversas aplicaciones, ya sea en sistemas de sensado activo multiusuario, como sistemas de comunicación OFDM, o CDMA quasi-síncronos (QS-CDMA), hasta para la realización de ensayos no destructivos (NDT). Esto se debe principalmente a las propiedades ideales de las sumas de correlaciones aperiódicas de las secuencias complementarias. Se ha generalizado una arquitectura previa eficiente asociada a correladores para  $K$  secuencias complementarias binarias de longitud  $L=KQ$ , para su empleo con un alfabeto multinivel, logrando así secuencias con valores reales. De esta manera, pueden obtenerse longitudes diferentes a potencias de dos, que pueden generarse y correlarse de forma eficiente, eliminando las limitaciones de arquitecturas previas binarias en cuanto al número de secuencias del conjunto y la longitud de las mismas. En este trabajo se describe el diseño e implementación en dispositivos de lógica programable, de un algoritmo para la correlación eficiente de códigos multinivel con  $K$  secuencias ( $K=2^k$ ), donde  $k \in \mathbb{N}-\{0\}$ , y de longitudes con mayor variación respecto a la versión binaria. De esta manera, es posible reducir el número de operaciones a realizar comparado con las arquitecturas directas de correlación, permitiendo el procesamiento de códigos de mayor longitud en tiempo real.

### **P-14 Sistema de calentamiento por inducción para la eliminación del aislante en conductores multihebra**

A. Naval, H. Sarnago, I. Lope, Ó. Lucía, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

Este trabajo se centra en el estudio e implementación de un sistema de eliminación mediante calentamiento por inducción del aislante que recubre los conductores multi-hebra (hilo de litz) que componen los inductores para calentamiento doméstico por inducción. Esto supone un gran reto debido al reducido tamaño de las hebras, así como al elevado número de ellas. El campo magnético necesario para provocar el incremento de temperatura requerido para la eliminación del aislante es muy elevado debido al diseño de las hebras y se consigue gracias a trabajar a altas frecuencias y elevadas corrientes de excitación. El sistema desarrollado está basado en un sistema bobina-carga y en una etapa inversora resonante. El sistema bobina-carga es el encargado de generar el campo magnético variable necesario, mientras que el convertidor de potencia entrega la corriente necesaria. Este campo magnético genera unas pérdidas mediante corrientes inducidas en el cable multifilar situado en su interior, el cual constituye la carga del sistema.

### **P-15 Banco de pruebas para sistemas de detección de recipiente en superficies de cocción por inducción flexibles**

A. Juncosa, H. Sarnago, Ó. Lucía, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

El desarrollo de las cocinas de inducción se ha orientado en los últimos años hacia la creación de superficies de cocción flexibles. Para reducir el elevado coste de estas, una opción es la eliminación de

componentes mediante el desarrollo de algoritmos de detección de recipientes sin necesidad de sensores inductivos. En este artículo se presenta un banco de ensayos para estos algoritmos de detección, implementado en una superficie de inducción flexible a pequeña escala. Su etapa de potencia es controlada y monitorizada por una FPGA. Esta a su vez se comunica con un PC, de manera que las tareas que requieren un procesamiento en tiempo real son realizadas mediante la FPGA, mientras que los algoritmos de alto nivel y la interfaz gráfica son procesados en el PC. El banco permite llevar a cabo experimentos con diferentes recipientes y analizar y comparar los resultados obtenidos.

#### **P-16 Estudio del campo magnético en un sistema electromagnético en suspensión**

A. Pardina, F.J. Pérez-Cebolla

Universidad de Zaragoza

El objetivo del siguiente trabajo es la determinación del campo magnético por medio del cálculo por elementos finitos de un sistema electromagnético de levitación de esferas ferromagnéticas. A través del presente estudio se pretende calcular teóricamente todos los parámetros eléctricos y magnéticos a partir de los cuales se pueda diseñar el sistema electrónico de regulación y control de la posición de una esfera. Por lo tanto, únicamente partiendo de los datos obtenidos teóricamente se podrá hacer un diseño adecuado sin tener que recurrir a la obtención experimental de datos.

#### **P-17 Análisis de los efectos *skin* y proximidad en conductores cilíndricos multicapa**

J. Acero, R. Ramos, I. Lope, C. Carretero, R. Alonso, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

En este artículo se proponen expresiones analíticas para calcular las pérdidas debidas a los efectos *skin* y proximidad en conductores cilíndricos multicapa. La geometría de estudio corresponde a un conductor aislado e infinitamente largo que puede estar formado por varias capas concéntricas de distintos materiales. El número de capas puede ser cualquiera y los materiales pueden tener diferentes propiedades. En primer lugar se obtendrán las densidades de corriente en cada capa mediante la resolución de las ecuaciones de Maxwell bajo las dos condiciones que dan origen a las pérdidas por efectos *skin* y proximidad, es decir cuando se aplica una tensión alterna al conductor o se somete a éste a la acción de un campo magnético alterno externo. A continuación, se obtienen las pérdidas en el conductor por integración de disipación debida a las densidades de corriente en cada capa. Los resultados analíticos se comparan con la simulación por elementos finitos de varios conductores con distinto número de capas.

#### **P-18 Algoritmos Simplex Nelder-Mead y máximo descenso para control de potencia de dos inversores resonantes serie con condensador común.**

M. Sousa, A. Domínguez, L.A. Barragán

Universidad de Zaragoza

Las aplicaciones de inducción doméstica requieren un control adecuado sobre los niveles de potencia ofrecidos para cada uno de los recipientes que deseamos calentar, salvaguardando en todo momento las condiciones de trabajo permitidas. Este artículo está enfocado en la aplicación de control de potencia de dos cargas en un doble semipunto resonante serie, con condensador de resonancia común. Se utilizará una modulación Phase Shift Square Wave para controlar ambas salidas. Se considera un sistema multivariable TITO (two-input two-output) donde las entradas de control serán  $(f_{sw}, \theta)$  y las dos salidas las potencias entregadas a cada recipiente. El sistema está acoplado, es decir, la variación en una variable de entrada afecta a ambas salidas. Se utilizarán métodos de optimización no lineal, destacando en este

trabajo el método de Máximo Descenso, y el algoritmo Simplex de Nelder-Mead también denominado simplex no lineal.

**P-19 Convertidor DC-DC bidireccional de doble puente activo resonante serie con una rama basada en SiC**

L. López, A. Sanz, C. Bernal, E. Oyarbide

Universidad de Zaragoza

En el campo de la eficiencia energética, se están requiriendo nuevos conceptos y productos con el fin de realizar conversiones de alta eficiencia entre diferentes buses de tensión de corriente continua, en adelante CC. En este trabajo se presentará una nueva solución basada en un convertidor de doble puente activo resonante serie, en adelante DAB-SRC (por sus siglas en inglés Dual Active Bridge – Series Resonant Converter) para la transferencia de energía entre un banco de ultracondensadores o baterías y un bus de CC. En él se utilizará una nueva estrategia de diseño y control basada en el balanceo de las pérdidas hacia una de las ramas, donde se utilizarán nuevos dispositivos con tecnología de carburo de silicio, SiC, consiguiendo reducir las pérdidas globales del sistema e incrementando por tanto la eficiencia del convertidor sin que ello aumente significativamente su complejidad.



### Presentaciones en sesión oral

ATEC4

APLICACIONES TECNOLÓGICAS

Moderador: Aurelio García-Cerrada (Universidad Pontificia de Comillas-ICAI)

9 h – 10 h

Aula 1

**9:00 h Estudio de un generador de inducción de doble devanado en el estator aplicado en sistemas eólicos de velocidad variable**

J.A. Barrado, X. Munté, H. Valderrama-Blavi

Universidad Rovira i Virgili

Este artículo presenta una propuesta de generador eólico basado en una máquina de inducción con el rotor de jaula de ardilla y doble devanado en el estator. Dicho generador puede trabajar a velocidad de giro variable estando conectado a la red eléctrica. El sistema eólico propuesto tiene tres zonas de funcionamiento según la velocidad del viento incidente en la turbina. El diseño utilizado para el generador de inducción de doble devanado permite un montaje sencillo de los devanados y cuenta con un rotor sin escobillas; por lo que resulta una máquina económica, robusta y fiable. El documento incluye también los resultados experimentales del ensayo del generador en las tres zonas de operación consideradas.

**9:20 h Impacto de las restricciones de diseño en el cálculo de la masa y coste óptimos de sistemas de propulsión aplicados a vehículos propulsados por pilas de combustible**

C. Raga, I. Quesada, A. Barrado, A. Lázaro, M. Sanz, P. Zumel

Universidad Carlos III

La masa y el coste global de un sistema de propulsión aplicado a vehículos propulsados por pilas de combustible depende de diversos factores, como son la potencia mínima que debe entregar la pila de combustible, la tecnología de las fuentes de energía secundarias o el patrón de conducción que se aplique. Sin embargo, estos no son los únicos aspectos que influyen sobre la masa y coste global del sistema. A lo largo de este artículo se muestra cómo las restricciones de diseño modifican significativamente la masa y el coste de los sistemas de propulsión. Este trabajo analiza el impacto que ejerce la máxima energía que deben entregar las fuentes secundarias a lo largo de cada ciclo de conducción, así como el impacto que ejerce el hecho de almacenar toda la energía procedente de los periodos de frenado regenerativo. En ambos casos se analiza el impacto sobre la masa y el coste óptimos de un total de diez arquitecturas de distribución de potencia aplicadas a vehículos ligeros propulsados por pilas de combustible.

**9:40 h Modelado y caracterización de la resistencia del devanado y de la inductancia de dispersión en un SRM con pérdidas en el núcleo**

F.J. Pérez-Cebolla, A. Martínez-Iturbe, B. Martín-del-Brío, A. Bono-Nuez, C. Bernal-Ruiz

Universidad de Zaragoza

En este trabajo se evalúan diferentes técnicas para la estimación de la resistencia del devanado en un

motor de reluctancia conmutada que exhibe pérdidas en el núcleo magnético. El resultado del análisis indica una clara dependencia entre la resistencia del devanado estimada y la corriente de fase como consecuencia del comportamiento no lineal del núcleo magnético. No contemplar esa dependencia, tal como sucede en trabajos anteriores, hace que la relación entre el flujo de dispersión y la corriente de fase no sea biunívoca. Lo cual, imposibilita la correcta estimación de la inductancia de dispersión que se deduce de esta característica. Para solventar este problema, se propone un método que permite determinar de manera conjunta el valor de la resistencia del devanado y la inductancia de dispersión para cada valor de la corriente fase.

## CON3 TÉCNICAS DE CONTROL EN CONVERTIDORES DE POTENCIA. IMPLEMENTACIONES ANALÓGICAS DIGITALES Y MIXTAS

Moderador: **Francesc Guinjoan (Universidad Politécnica de Cataluña)**

9 h – 10 h

Aula 2

### 9:00 h **Balastro electrónico de alta frecuencia con comportamiento LFR y controlado con FPGA**

A. Leon-Masich<sup>(1)</sup>, H. Valderrama-Blavi<sup>(1)</sup>, M. Truntič<sup>(2)</sup>, M. Milanovič<sup>(2)</sup>, L. Martínez-Salamero<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Rovira i Virgili, <sup>(2)</sup> University of Maribor, Slovenia

El presente artículo muestra un balastro electrónico de dos etapas para lámparas de alta intensidad de descarga (HID), alimentado desde una tensión DC entre 12–14 V y que presenta un comportamiento de resistor libre de pérdidas (LFR). Como novedad, el balastro trabaja en alta frecuencia tanto en el arranque como en estado estacionario evitando así las resonancias acústicas (AR). Un controlador realizado con FPGA se utiliza con dos propósitos. Por una parte, se implementa un controlador por histéresis en la primera etapa, asegurando el comportamiento del balastro como LFR. Por otra parte, la FPGA se utiliza también para realizar la secuencia de arranque en alta frecuencia del inversor resonante ( $500 \text{ kHz} < f_s < 700 \text{ kHz}$ ), y después para alimentar la lámpara en régimen estacionario a 500 kHz. Los resultados experimentales se han realizado sobre una carga resistiva equivalente a la impedancia de la lámpara en estado estacionario y están en consonancia con las predicciones teóricas.

### 9:20 h **Study of chaotic behavior in automatic tuning loops for continuous-time filters**

H. Martínez-García

Universidad Politécnica de Cataluña

Continuous-time filters (CTFs) with automatic tuning loops are nonlinear feedback systems with potential instability. Thus, their appropriate linear dynamic modeling should be obtained to assure stability in case an improved design of the loop controllers is to be carried out. A systematic approach using a small signal model would allow obtaining these controllers. However, bifurcations and nonlinear phenomena may appear which cannot be predicted by this analysis. This leads to potential instability, semiperiodic or chaotic behavior and, thus, circuit malfunction. The aim of this paper is to show by means of simulations and experimental results that nonlinear phenomena, which cannot be predicted by the common small signal analysis, may appear in this kind of circuits when circuit parameters are varied.

**9:40 h Implementación de un convertidor buck de 8 fases controlado en modo deslizante con entrelazado y frecuencia de conmutación fija**

P. García, V. Repecho, D. Biel, R. Ramos

Universidad Politécnica de Cataluña

Este artículo presenta el diseño y construcción de un convertidor reductor en configuración multifase, de 8 módulos, con tensión de entrada nominal de 48V, con tensión regulada en la salida, con valores nominales entre 12 y 36 V, capaz de entregar hasta 50A en continua. Para minimizar el rizado se emplea la técnica de interleaving (entrelazado). El control del convertidor se efectúa mediante control en modo deslizante, dotando al sistema de una muy buena respuesta transitoria y una gran robustez a variaciones paramétricas. La implementación del control se realiza en parte con electrónica analógica, con el apoyo de una FPGA que garantiza el interleaving (entrelazado) entre las fases. Adicionalmente el convertidor incorpora un sistema de control que garantiza frecuencia de conmutación constante en estado estacionario. Aspectos importantes del convertidor como la eficiencia, la regulación de línea, la regulación de carga o el auto-calentamiento con carga nominal son analizados en el trabajo. El diseño propuesto ha sido previamente validado mediante simulación numérica, y presentado por los mismos autores en trabajos previos.

TCP4

TÉCNICAS DE CONVERSIÓN DE POTENCIA.  
CONVERTIDORES Y AMPLIFICADORES

Moderador: **Antonio Lázaro (Universidad Carlos III de Madrid)**

9 h – 10 h

Aula 3

**9:00 h Modulación avanzada de corriente alterna para aplicaciones de soldadura por arco**

A. Navarro-Crespin, R. Casanueva, F.J. Azcondo

Universidad de Cantabria

En la soldadura de metales como el aluminio y el magnesio y sus aleaciones se precisa de una fuente de alimentación de corriente alterna. En este trabajo, se presenta una nueva estrategia de control de un rectificador de alta frecuencia realizado con dispositivos de cuatro cuadrantes para transformar una corriente alterna de 125 kHz, en una corriente bipolar para realizar soldadura por arco controlable en amplitud, frecuencia y ciclo de trabajo. El rectificador se conecta a la salida de un inversor resonante para conseguir descargas de tensión y corriente de polaridad positiva y negativa. Se aprovecha la operación en modo corriente para eliminar el tiempo muerto que habitualmente se establece para evitar situaciones de cortocircuito. El circuito de mando digital se implementa en una FPGA (field-programmable gate array) para aprovechar su alta resolución temporal con el propósito de adaptar las señales de mando de los dispositivos de cuatro cuadrantes de la forma más precisa. Se estudia la viabilidad de la propuesta para generar diferentes formas de onda de intensidad adecuadas a los diferentes tipos de soldadura por arco.

**9:20 h Comparative analysis of control and modulation strategies for modular multilevel converters**

M. López, F. Briz, A Zapico, D. Díaz-Reigosa

Universidad de Oviedo

Control of Modular Multilevel Converters (MMCs) is a challenging problem as multiple control objectives need to be satisfied simultaneously, including the generation of the desired output voltage, the control of the circulating current and the balancing of the cell capacitors. Though a number of

control strategies have been proposed, an intuitive approach is often used for the design of the control structure. Furthermore, the performance of a specific control configuration can be significantly affected by issues like the modulation strategy, the modes of operation of the MMC and the sizing of the passive components. This paper presents a methodology for the analysis of the control and modulation strategies for MMCs, including the classification and assessment of the methods that have been reported in the literature.

#### 9:40 h **Integrated converter for charging the batteries of an electric vehicle**

T. Konjedic, L. Korošec, M. Rodič, M. Truntič, M. Milanovič

University of Maribor, Slovenia

This paper discusses a converter structure appropriate for charging the batteries of an electric vehicle. The structure is obtained by a transformation of a conventional three phase inverter, which is already present in an electric vehicle's powertrain system. Since the motor inverter's semiconductor components and the electric motor's windings form the battery charger's circuit, a reduction in the powertrain system's size and weight is achievable. The proposed fully-integrated battery charger can operate in buck and boost modes, while continuously providing power factor correction capability. This paper also proposes an input current control strategy which ensures smooth operating mode transitions, which occur during the operation of the battery charger. The control is entirely implemented within a microcontroller and ensures operation with a high power factor and low total harmonic distortion of the input current. The performance of the discussed converter using the proposed control scheme was experimentally verified.

Moderador: **María Carmen Pérez (Universidad de Alcalá)**

11:30 h – 12:30 h

Aula 1

#### 11:30 h **Medida de inductores acoplados múltiples**

D. Gilabert, E. Sanchís-Kilders, A. Ferreres, J. Gasent, D. Osorno, E. Maset, V. Esteve, J. Jordán, J.B. Ejea

Universidad de Valencia

El documento analiza diferentes metodologías de caracterización de inductores acoplados complejos. Basándose en la condición de que la matriz de inductancias debe ser semidefinida positiva, se puede comprobar si la medida realizada es correcta ya que esa condición corresponde a un componente magnético físicamente realizable. Si la matriz de inductancias resultante de la medida no es semidefinida positiva entonces se propone un algoritmo que modifica la matriz medida hasta conseguir que la matriz de inductancias se transforme en semidefinida positiva. Esta modificación debería estar dentro del error de medida. El algoritmo no solo permite corregir la matriz medida, sino que calculando posteriormente el error introducido por el algoritmo, se pueden comparar los diferentes métodos de caracterización pudiendo valorar qué método ha conseguido una medida más correcta.

### 11:50 h Sistema de instrumentación multicanal basado en sensores FBG y un láser VCSEL para la medida de vibraciones y deformaciones dinámicas en ensayos de impacto

J.A. García-Souto<sup>(1)</sup>, P. Martín-Mateos<sup>(1)</sup>, J.E. Posada<sup>(1)</sup>, P. Acedo<sup>(1)</sup>, D.A. Jackson<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Carlos III de Madrid, <sup>(2)</sup>University of Kent, UK

En el presente trabajo se presenta un sistema de instrumentación formado por sensores de fibra óptica (redes de Bragg en fibra, FBG) para la medida de deformaciones dinámicas, una fuente láser cuya longitud de onda puede modificarse rápidamente en un amplio rango (láser de emisión superficial y cavidad vertical, VCSEL), un esquema optoelectrónico de detección en paralelo y la adquisición y procesamiento de hasta 8 puntos de medida simultáneamente. El diseño está pensado para la medida de vibraciones en estructuras aeronáuticas y especialmente para monitorización de ensayos de impacto en dichas estructuras. Se ha caracterizado el VCSEL en términos de la potencia emitida, frecuencia y rango de longitud de onda barrida enfocado a la lectura de los sensores con FBG. La configuración se ha demostrado experimentalmente en un prototipo a escala con vibraciones armónicas y transitorias al impulso. El sistema es capaz de monitorizar de forma continua la deformación sufrida por la matriz de 8 FBG paralelo (misma longitud de onda central) en ensayos de impacto sobre la estructura donde están instaladas.

### 12:10 h Intelligent field transmitter (ITF) based on microcontroller

H. Martínez-García

Universidad Politécnica de Cataluña

In this article the design of a prototype of an Intelligent Transmitter of Field (ITF) is presented. The objective of the work is approaching the engineering students, in the area of Automatic Control, to the functional and technological challenges intrinsic to this type of implementations. Aspects like power consumption of the electronic circuits, energy supply through the wires of communication of the transmitter, the coexistence in these wires of analogical signals of measurement and digital signals of communication, etc., are essential to get the foreseen objective. The article seeks, also, to contribute to a didactic solution for a problem that has been one of the main challenges in instrumentation field.

ADIC2

APLICACIONES DIDÁCTICAS

Moderador: Iñigo Oleagordía (Universidad del País Vasco)

11:30 h – 12:30 h

Aula 2

### 11:30 h Ejemplo docente de control de motores de un robot móvil de 2+2 ruedas motrices

M. Tresanchez, R. Lupiañez, J. Moreno, D. Martínez, E. Clotet, J. Palacín

Universidad de Lérida

En este trabajo se presenta el estudio realizado para desarrollar el control de los motores de un robot móvil para que pueda ser utilizado como ejemplo y como herramienta docente. El sistema motriz del robot incorpora 4 ruedas conectadas a 4 motores DC de bajo coste que le confieren una elevada capacidad de tracción y la posibilidad de transitar por suelos no estructurados. El sistema de control electrónico se ha diseñado con dos puentes en H para controlar la dirección y velocidad de giro para cada par de motores ubicados en cada lado robot; no obstante, cada motor incorpora un codificador de efecto hall que permite obtener información de su velocidad de giro. En este trabajo se ha analizado la respuesta de de los motores con dicha configuración utilizando un microcontrolador ARM

de 32 bits de alto rendimiento. El sistema de control se ha diseñado para obtener la máxima información de la experiencia de control para que los resultados puedan ser utilizados como ejemplo docente de sistema de control de motores de un robot móvil.

#### **11:50 h Utilización como herramienta docente de un robot cartesiano con 5 grados de libertad y una cámara en la pinza**

J. Moreno, M. Tresanchez, D. Martínez, E. Clotet, J. Casanovas, J.A. Garriga, F. Clarià, J. Palacín

Universidad de Lérida

En este artículo se describen los resultados obtenidos al utilizar como herramienta docente un robot cartesiano diseñado para ser utilizado por estudiantes. El diseño y fabricación del robot cartesiano de 5 grados de libertad se desarrolló en el Laboratorio de Robótica de la Escuela Politécnica Superior de la Universitat de Lleida. El diseño e implementación se realizó con piezas fabricadas en plástico mediante una impresora de prototipado rápido y con elementos comerciales de bajo coste para facilitar su aplicación como herramienta docente. El robot cartesiano permite controlar las evoluciones de cinco motores de corriente continua de bajo coste equipados con codificadores magnéticos y acceder a las imágenes de una cámara situada en la pinza de agarre de objetos. El artículo describe los resultados de del proceso de aprendizaje y del proceso de evaluación de los estudiantes obtenidos durante los cursos 2012-2013 y 2013-2014.

#### **12:10 h KoalaBot: Ingeniería mecatrónica en la Universidad de Oviedo**

J. Díaz, F.J. Álvarez, J.M. Sierra, A. Martín, F. Nuño

Universidad de Oviedo

El Máster Erasmus Mundus de la Universidad de Oviedo en Ingeniería Mecatrónica (eu4m) abarca las disciplinas de ingeniería mecánica, fabricación, electrónica y automática. Está dirigido a graduados/ingenieros en ingeniería, de las especialidades eléctrica y mecánica. El objetivo del mismo no es otro que el diseño conjunto desde el punto de vista mecánico, electrónico y de control de máquinas y sistemas. En este artículo se muestran los resultados y experiencias docentes de un trabajo fin de máster que reúne las disciplinas anteriormente mencionadas. El prototipo construido se puede considerar como una herramienta multipropósito, capaz de subir de forma autónoma por postes cónicos. Las aplicaciones son muy variadas, desde vigilancia –vía cámaras Wifi- señalización, iluminación, etc.

DISP1

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA  
Y COMPONENTES PASIVOS

Moderador: **Jesús Acero (Universidad de Zaragoza)**

11:30 h – 12:30 h

Aula 3

#### **11:30 h Verificación del modelo analítico de pérdidas en conmutación para MOSFET de superunión con modelado de capacidades no-lineales y diversificación de corrientes**

I. Castro<sup>(1)</sup>, J. Roig<sup>(2)</sup>, F. Bauwens<sup>(2)</sup>, D.G. Lamar<sup>(1)</sup>; J. Rodríguez<sup>(1)</sup>, A Vázquez<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Oviedo, <sup>(2)</sup> ON Semiconductor, Bélgica

En este trabajo se presenta un modelo analítico capaz de predecir pérdidas y formas de onda en MOSFET de Superunión (SJ) con tensiones de ruptura de 600V fabricados en silicio para

conmutaciones duras. Dicho modelo incluye diferentes características intrínsecas que ayudan a obtener una gran precisión, basado en el análisis sobre capacidades no-lineales y la diversificación de corriente que ocurre en el canal del MOSFET. Esto hace que sea necesario usar nuevos métodos para la extracción de características eléctricas a partir de las hojas de características. Finalmente, se validará el modelo de manera experimental mediante el uso de un convertidor reductor y varios MOSFET de SJ comerciales, así como un prototipo aún en desarrollo.

#### **11:50 h Estudio del estado de la técnica de los métodos de cálculo de pérdidas en componentes magnéticos**

M. de la Cruz, A. Lázaro, M. Sanz, I. Quesada, A. Barrado

Universidad Carlos III

Las pérdidas de los componentes magnéticos dependen de fenómenos físicos que en situaciones reales son difíciles de modelar. Debido a este problema, los modelos de pérdidas existentes para cada uno de los elementos que forman los componentes magnéticos (núcleo y devanado) son solo aproximaciones basadas en distintas hipótesis para simplificarlos. En este artículo se describen brevemente estos fenómenos físicos, como causan las pérdidas en el magnético y como se tienen en cuenta en distintos modelos analíticos.

#### **12:10 h A dedicated setup for test and evaluation of surface mounted power switches**

M. Fernández<sup>(1)</sup>, J. Roig<sup>(2)</sup>, B. Vlachakis<sup>(2)</sup>, I. Castro<sup>(1)</sup>, D. González<sup>(1)</sup>, F. Declercq<sup>(2)</sup>, F. Bauwens<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Oviedo, <sup>(2)</sup> ON Semiconductor, Bélgica

This work reports the original design of a multi-purpose setup for characterization and benchmark study of power switches packaged on QFN (Quad Flat No-leads). More specifically, the setup evaluates advanced 650 V GaN and Silicon power switches by using a 300W/200kHz CCM boost converter. A genuine daughter board has been optimized by experiment and finite-element simulation to provide low thermal impedance, setup/package compatibility and to be easy-of-use. Moreover, the setup is equipped to automatically extract power losses, as well as, voltage and current waveforms for device model calibration.

**ATEC5**

**APLICACIONES TÉCNOLÓGICAS**

Moderador: **Enrique Romero-Cadaval (Universidad de Extremadura)**

**15 h – 16:40 h**

**Aula 1**

#### **15:00 h Compensación de la potencia reactiva de la red con vehículos eléctricos**

J. Gallardo-Lozano<sup>(1)</sup>, E. Romero-Cadaval<sup>(1)</sup>, M.I. Milanés-Montero<sup>(1)</sup>, V. Miñambres-Marcos, D. Vinnikov<sup>(2)</sup>, T. Jalakas<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Extremadura, <sup>(2)</sup> Universidad Técnica de Tallinn, Estonia

En este artículo se demuestra cómo los cargadores bidireccionales de los Vehículos Eléctricos (VE) pueden ayudar a la Red de Distribución. Además de la carga de la batería y de la función V2G (siglas en inglés de Vehicle-to-Grid), la potencia reactiva puede ser compensada a partir de una referencia de potencia reactiva establecida. La topología usada es un inversor bidireccional trifásico conectado, a través de un bus de continua, a un convertidor DC/DC bidireccional. Se presentarán las diferentes modificaciones que deben llevarse a cabo en el algoritmo de control y en la etapa de potencia. Se

mostrarán los resultados de simulación, probando cómo la potencia reactiva es compensada y la función diseñada de saturación de la corriente reactiva mantiene la potencia bajo unos límites predefinidos.

#### **15:20 h Simulador de consumos SmartBT**

V. Blanco, M. Roca, F. Estévez, M. Vicedo, J. Frau

Universidad de las Islas Baleares

En la actualidad son frecuentes las instalaciones fotovoltaicas de pequeña potencia conectadas a la red, cuyo objetivo principal es reducir el coste de la factura eléctrica. El objetivo del proyecto SmartBT es desarrollar un gestor energético que ayude a maximizar los rendimientos energético y económico obtenidos en este tipo de instalaciones. En el presente artículo se describe una herramienta de simulación que permite estimar los beneficios energético y económico obtenidos mediante la aplicación de diferentes algoritmos de gestión energética -algunos de los cuales incluyen una batería de apoyo-, dadas una curva de consumo eléctrico y una instalación fotovoltaica determinadas. La herramienta proporciona una valiosa información a la hora de dimensionar de manera óptima este tipo de instalaciones y gestionar la energía generada/consumida.

#### **15:40 h Modelado de sistemas de almacenamiento térmico de sales fundidas para centrales solares**

R. Peón, J.A. Martínez, M.J. Prieto, F. Nuño, P.J. Villegas

Universidad de Oviedo

Las centrales termosolares usan aceite como fluido de transferencia de calor, y sales fundidas como almacenamiento de energía térmica. El aceite absorbe la energía de la luz solar y la transfiere a un ciclo de vapor de agua a través de intercambiadores de calor (donde se convertirá en energía eléctrica por medio de un turbogenerador) o la envía a un sistema de almacenamiento de energía térmica (de modo que se pueda transferir más tarde al ciclo agua-vapor). Como la ingeniería de estas plantas es relativamente nueva, la regulación se consigue actualmente en modos manuales o semiautomáticos, controlando sus variables con reguladores PID. Esto hace que el rendimiento de estas plantas no sea óptimo. Este trabajo se centra en el control para el almacenamiento de energía térmica, y define un modelo completo del proceso que se puede utilizar para probar nuevas estrategias de control con el fin de optimizar la transferencia de energía hacia y fuera del sistema de almacenamiento de energía térmica. El modelo se probó para determinar su precisión.

#### **16:00 h Modelado y control del campo solar en centrales solares termoeléctricas**

L. Álvarez, F.J. De Cos, J.A. Martínez, M.J. Prieto, A. Nevado, R. Peón,

Universidad de Oviedo

En este artículo se presenta un estudio comparativo entre diferentes estrategias de control para regular la temperatura del fluido térmico que discurre por el campo solar (CS) de la planta termosolar eléctrica de colectores cilindroparabólicos (CCP) "La Africana" situada en Córdoba (España). Esta planta consta de 168 lazos con 4 módulos SCA (Solar Collector Assembly) cada uno. Se utiliza un aceite inorgánico cuya máxima temperatura de operación es 400 °C. Con este análisis se busca una estrategia óptima del control que solvante las dificultades que ésta regulación tiene implícitas debido principalmente a que la fuente de calentamiento es el Sol, siendo, por tanto, una fuente incontrolable. Las estrategias de control a comparar incluyen la regulación PID, el control PID con realimentación directa (FeedForward) y una estrategia novedosa basada en modelos predictivos MARS (Multivariable

Adaptive Regression Splines). Se demuestra que el control PID, actualmente usado, puede ser optimizado mediante la inclusión del FeedForward y que los modelos MARS se posicionan como una tecnología prometedora que evitaría la realimentación de la salida del proceso.

### **16:20 h Arquitectura SoC para el diseño de transmultiplexores en comunicaciones PLC**

P. Poudereux, Á. Hernández, R. Mateos, F. Nombela

Universidad de Alcalá

El desarrollo de diversas técnicas de acceso al medio para comunicaciones multiportadora es un tema en auge en los últimos años. Estos sistemas incluyen diferentes estándares de comunicaciones, entre ellos PowerLine Communications (PLC) que permite la utilización del cableado de la red eléctrica para la comunicación. Estos transmultiplexores suelen presentar una elevada carga computacional con altas tasas de datos cuando se intenta desarrollar implementaciones de los mismos en tiempo real, evaluándose soluciones basadas en distintos dispositivos electrónicos. En este trabajo se propone una arquitectura SoC (System-on-Chip) basada en un dispositivo FPGA (Field-Programmable Gate Array), en la que las distintas técnicas de acceso al medio puedan integrarse como periféricos específicos avanzados. La propuesta permitirá manejar los flujos de datos de entrada/salida, cumpliendo los requisitos temporales y proporcionando la flexibilidad necesaria para poderse adaptar a distintas técnicas de acceso al medio.

Moderador: **Pablo Zúmel (Universidad Carlos III de Madrid)**

**15 h – 16:40 h**

**Aula 2**

### **15:00 h Control de posición de un balancín mediante un microprocesador Arduino y Simulink**

E.J. Moya, F.J. García, A. Poncela

Universidad de Valladolid

En este trabajo se muestran detalles del equipo materializado por el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA) de la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid (UVA) para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Automática presente en los Grados de Ingeniería (conforme a las directrices Bolonia y adaptada al EEES), de las titulaciones impartidas en la EII de la UVA para cientos de alumnos. Se presenta en este artículo el desarrollo del control de posición de una barra giratoria con un grado de libertad utilizando un motor con una hélice como fuerza impulsora solidario en un extremo de dicha barra. El objetivo principal es que sirva como equipo docente de prácticas a los alumnos. El control se llevará a cabo utilizando Simulink y la tarjeta Arduino UNO, siendo el mismo un controlador PID al que se le puede añadir compensación de efecto Windup, con objeto de obtener un sistema rápido sin oscilaciones y error estacionario nulo. El alumno debe ser capaz de obtener el modelo del sistema, a partir de él diseñar los parámetros de controlador y realizar las pruebas oportunas con el equipo. Se cuenta con un total de 36 equipos para los alumnos y cada uno presenta un funcionamiento diferente debido básicamente a que tienen diferentes rozamientos.

**15:20 h Control de posición de un balancín con DSPIC y módulo de medición inercial**

E.J. Moya, F.J. García, P. Martín

Universidad de Valladolid

En este trabajo se muestran detalles del equipo materializado por el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA) de la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid (UVa) para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Automática presente en los Grados de Ingeniería (conforme a las directrices Bolonia y adaptada al EEES), de las titulaciones impartidas en la EII de la UVa para cientos de alumnos. En este artículo se muestra el trabajo desarrollado el cual consiste en el control de un balancín con un grado de libertad utilizando 2 motores con hélice en sus extremos, una unidad de mediación inercial o IMU, compuesta por un acelerómetro y un giróscopo, y un Procesador Digital de Señales. Se diseñó un algoritmo de control PID, si bien hubo que filtrar las señales previamente utilizando un filtro de Kalman. Con el fin de facilitar el uso del sistema por los futuros usuarios, se realizó un entorno gráfico utilizando VISUAL BASIC. Se diseñó y montó el prototipo inicial y en base al conocimiento adquirido, problemas surgidos y solventados, se procedió a la fabricación, en las propias dependencias del departamento, de un total de cuatro equipos.

**15:40 h Microbots: Cursos de verano en la Universidad de Oviedo**

J.A. Martínez, J. Díaz, M.J. Prieto, J.A. Martín-Ramos, F. Nuño

Universidad de Oviedo

En los últimos años, se ha venido impartiendo en la Universidad de Oviedo cursos de verano y de extensión universitaria que tienen como objetivo la construcción de un pequeño robot. El citado robot se suministra pre ensamblado, de forma que los alumnos centren sus esfuerzos en la programación de un microcontrolador, de acuerdo a diferentes objetivos: velocidad, seguidor de líneas, etc. Una de las grandes ventajas de este curso es que los alumnos no especialistas pueden seguirlo, dado que incluye un tutorial sobre lenguaje C dedicado al manejo de este robot. En este artículo se resumen las experiencias de estos cursos, los cuales se impartieron un mínimo de dos veces anuales para alumnos españoles, de forma totalmente satisfactoria. Este curso se ha impartido para alumnos extranjeros, con valoraciones muy positivas.

**16:00 h Sistemas de tiempo real con Raspberry Pi**

A. Blesa, E. Alcalá, A. Azuara, C. Catalán, F. Serna

Universidad de Zaragoza

Las plataformas basadas en Systems on Chip (SoC) son capaces de ejecutar Linux a costes muy bajos, resultando una opción a tener en cuenta para utilizarlas en sistemas empotrados. Este trabajo presenta una plataforma Raspberry Pi, con el kernel de Linux modificado para cumplir restricciones de tiempo real. Se mide el tiempo de latencia bajo diversas condiciones, y se acotan los tiempos de ciclo de ejecución requeridos para atender tareas de tiempo real. Esta plataforma se ha utilizado con éxito en docencia de sistemas empotrados. Como caso de uso se presenta el control de estabilidad de un eje de un cuadricóptero.

**16:20 h Actividades prácticas en el ámbito de la compatibilidad electromagnética**

A. Martín-Pernía, A Suárez, J.A. Martín-Ramos, P.J. Villegas, J. Díaz

Universidad de Oviedo

Uno de los aspectos frecuentemente olvidados en los programas de Máster relacionados con el mundo de la electrónica y automática es todo aquello que tiene que ver con la compatibilidad electromagnética. El conocimiento básico de los problemas derivados de las interferencias electromagnéticas (EMI) y las normas asociadas, complementa el perfil de nuestros titulados para enfrentarse al correcto diseño de los equipos electrónicos. Con esta finalidad se presenta una selección de ensayos experimentales que pretenden mostrar al alumno las distintas técnicas de acoplamiento y sus efectos en los circuitos próximos. El conocimiento de estos fenómenos nos permitirá aplicar las técnicas de prevención adecuadas ofreciendo al alumno los conocimientos básicos para un diseño electrónico correcto y una integración adecuada al entorno laboral, donde las normativas de compatibilidad electromagnética (EMC) son de obligado cumplimiento.

TCP5

TÉCNICAS DE CONVERSIÓN DE POTENCIA.  
CONVERTIDORES Y AMPLIFICADORES

Moderador: **José Manuel Blanes (Universidad Miguel Hernández)**

15 h – 16:40 h

Aula 3

**15:00 h Técnica de maestro-esclavo aplicada a la agrupación modular en paralelo para la mejora del rendimiento**

A. Vázquez, A. Rodríguez, J. Rodríguez, D.G. Lamar, M.M. Hernando

Universidad de Oviedo

La agrupación modular en paralelo (IPOP) es una solución interesante para convertidores CC-CC en los que se busque incrementar la robustez, la flexibilidad y el rendimiento. Cuando se requiere conversiones bidireccionales en aplicaciones de gestión de energía, el rendimiento a media y baja carga debe mantenerse muy elevado. Con el objetivo de maximizar el rendimiento en un rango de potencias amplio, en este artículo se presenta una técnica de control maestro-esclavo para un convertidor modular IPOP. La técnica propuesta se compara de manera teórica con la técnica clásica de entrelazado (o control balanceado de la corriente) y con la técnica de encendido secuencial. La técnica de control se ha validado con un prototipo experimental de 2kW, con tensiones de 150V y 400V, basado en el convertidor elevador síncrono trabajando en modo QSW-ZVS.

**15:20 h Retos tecnológicos en el desarrollo de un transformador de estado sólido basado en un convertidor modular multinivel con inyección de potencia a nivel de celda**

A. Rodríguez, M. Arias, J. Sebastián, M. López, A. Zapico, F. Briz

Universidad de Oviedo

Uno de los pilares de las redes eléctricas inteligentes son los transformadores de estado sólido (SST, de sus siglas en inglés). La sustitución de transformadores clásicos por SSTs dota a la red de un gran número de funcionalidades adicionales. En este artículo se propone una posible topología para la implementación de un SST basado en un convertidor modular multicelda con inyección de potencia a nivel de celda. Se presentan los retos tecnológicos que supone el manejo de dispositivos semiconductores de potencia a elevadas tensiones y las necesidades de elevados aislamientos

galvánicos.

### **15:40 h Convertidor flyback ZVS mejorado para reparto de carga en conexión de etapas en paralelo**

J.M. Jiménez, J.A. Villarejo, E. de Jódar, A. Mateo

Universidad Politécnica de Cartagena

Este artículo presenta la modificación de un convertidor flyback con enclavamiento activo (CFEA) para conseguir un reparto equitativo de carga cuando se conectan varias etapas en paralelo. El reparto pasivo, teóricamente es posible por la impedancia de salida que presenta este convertidor. En la realidad, los elementos parásitos presentes en el convertidor alteran dicho reparto hasta hacerlo inviable. En este trabajo se presenta una solución a dicho problema y su comprobación experimental en un prototipo compuesto por dos etapas CFEA mejoradas (CFEAM), de 100W cada una que pasan de 20V hasta llegar a 400 V. Se ha comprobado que la igualdad en las impedancias de salida de ambas etapas por lo que se consigue el reparto equitativo en régimen permanente.

### **16:00 h Sistema de ecualizado de celdas de baterías basado en el concepto de trampa de onda**

M. Arias<sup>(1)</sup>, D. Bretón<sup>(1)</sup>, M.M. Hernando<sup>(1)</sup>, U. Viscarret<sup>(2)</sup>, I. Gil<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Oviedo, <sup>(2)</sup> IKERLAN, <sup>(3)</sup> ORONA

Los ecualizadores permiten que todas las celdas conectadas en serie en una batería se carguen a su máxima capacidad, incluso en el caso de que presenten pequeñas diferencias en este parámetro debido a diversos factores como pueden ser el envejecimiento, la temperatura, el proceso de fabricación, etc. Los ecualizadores activos presentan un rendimiento superior al de los ecualizadores pasivos. Sin embargo, deben usar un mayor número de interruptores controlados para llevar a cabo su función, número que se incrementa a medida que aumentan las prestaciones del ecualizador. En este artículo se estudia la posibilidad de usar el concepto de trampa de onda, ampliamente empleado en el mundo de las telecomunicaciones y las antenas, como punto de partida para el desarrollo de ecualizadores. Su principal ventaja radica en que estos ecualizadores pueden emplear la frecuencia, y no un elevado número de interruptores controlados, como variable que permite definir qué celda será cargada por el ecualizador en cada instante. Para probar la validez del concepto propuesto, en este artículo también se propone un ecualizador basado en una estructura en medio puente. Por lo tanto, tan sólo es preciso emplear dos interruptores en su construcción. Se ha desarrollado un prototipo que permite ecualizar hasta cuatro celdas conectadas en serie.

### **16:20 h 3-Phase rectifier system with very demanding dynamic load**

M.R. Ramos, S. Zhao, J.M. Molina, P. Alou, J.A. Oliver, J.A. Cobos

Universidad Politécnica de Madrid-CEI

This paper presents a distributed power architecture for aerospace application with very restrictive specifications. Additionally, the rectifier switching frequency has to be synchronized with an external frequency clock to minimize the interference of the converter harmonics with the load. In order to protect the 3 phase generator against high load steps, an intermediate bus (based in a high capacitance) to provide energy to the loads during the high load steps is included. Prototypes of the rectifier and EMI filter are built and the energy control is validated.

## Presentaciones en sesión póster

### PÓSTER 2

Moderador: Óscar Lucía (Universidad de Zaragoza)

17 h – 18 h

Hall Betancourt

#### P-1 **Diseño de convertidores resonantes auto-oscilantes basado en control de estructura variable**

R. Bonache, C. Olalla, L. Martínez-Salamero

Universidad Rovira i Virgili

En este artículo se obtiene el modelo matemático de un convertidor resonante paralelo controlado mediante un simple circuito comparador aplicado a la corriente del inductor. Dicho circuito es capaz de mantener oscilaciones estables a la frecuencia de resonancia en convertidores con un alto factor de calidad  $Q$ . La resolución de las ecuaciones asociadas al plano de fase del convertidor ha permitido demostrar la generación de un ciclo límite estable cuya amplitud y período son predecibles. Además, este mecanismo de auto-oscilación se ha estudiado en otros convertidores resonantes y se ha verificado su funcionamiento mediante simulación. En todos los casos la conmutación entre las dos configuraciones circuitales del convertidor se produce por el cambio del signo de la corriente de entrada del inductor. Las medidas experimentales, realizadas sobre un prototipo de convertidor resonante paralelo con potencia máxima de 100 W y oscilando alrededor de 500 kHz, muestran un elevado grado de correlación con las predicciones teóricas obtenidas.

#### P-2 **Analysis of duty cycle to output voltage transfer functions of Ćuk-like class DC-DC converters**

J.M. Valls

Universidad Pública de Navarra

This paper describes and compares the Transfer Functions of duty cycle to output voltage ( $G_{vd}(s)$ ) for the four order Ćuk-like class DC-DC converters in continuous conduction mode (CCM). The circuit average method has been applied to obtain the small signal models and transfer functions. As a result of this work it has been found that on one hand the Ćuk and Zeta pair, which have both a buck type output stage, have the same  $G_{vd}(s)$  transfer function. On the other hand, the SEPIC and X pair, which have a buck-boost type output stage, have the same  $G_{vd}(s)$  transfer function too. The conclusion is that transfer function entirely depend on the converters output stage topology.

#### P-3 **Convertidor elevador half-bridge ZVZCPS de alta frecuencia usando dispositivos GaN**

D Marroquí<sup>(1)</sup>, J.M. Blanes<sup>(1)</sup>, A. Garrigós<sup>(1)</sup>, R. Gutiérrez<sup>(1)</sup>, J.A. Carrasco<sup>(1)</sup>, E. Maset<sup>(2)</sup>, J.B. Ejea<sup>(2)</sup>, A. Ferreres<sup>(2)</sup>, E. Sanchís-Kilders<sup>(2)</sup>, J.L. Lizán<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Miguel Hernández de Elche, <sup>(2)</sup> Universidad de Valencia

En el presente trabajo se estudian las posibles ventajas del uso de transistores GaN en los convertidores elevadores resonantes usados en aplicaciones aeroespaciales. En concreto se implementará un convertidor Half-Bridge de 150W resonante, con conmutaciones a tensión e intensidad nulas. Dicho convertidor tiene una entrada de 50V y dos salidas, 250V y 500V. El convertidor será analizado teóricamente, diseñado y simulado. Los resultados experimentales presentados muestran un funcionamiento inesperado debido a la influencia de la capacidad parásita del transformador, más

influyente a altas frecuencias. Finalmente, se puede deducir que en este tipo de convertidores, para elevar la frecuencia de trabajo, la capacidad parásita del transformador es un parámetro crítico, una posible solución pasa por reducir la inductancia magnetizante del transformador, de forma que se dispone de más energía para su carga/descarga..

**P-4 Sistema de monitorización para un convertidor resonante serie aplicado al calentamiento doméstico por inducción**

H. Sarnago, Ó. Lucía, D. Navarro, A. Naval; J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

Los sistemas de calentamiento doméstico por inducción están basados en la generación directa de calor en el recipiente, presentando importantes ventajas en términos de eficiencia, seguridad y limpieza. Estas y otras ventajas como los reducidos tiempos de calentamiento o el preciso control de la potencia entregada, han convertido a esta tecnología en una de las más valoradas. Este artículo está orientado a la monitorización de los parámetros más relevantes del convertidor resonante de una cocina de inducción, como son la monitorización de las condiciones de conmutación, la medida de la potencia entregada, o la monitorización de la tensión de alimentación. Su funcionamiento se basa en la operación resonante del convertidor, siendo tan sólo necesaria la medida de una variable, logrando así una solución con elevada precisión y reducido coste.

**P-5 Convertidor CA-CA directo multi-salida basado en estructura semipunte elevador para calentamiento por inducción doméstico**

I. Ruiz, A. Ruiz, H. Sarnago, Ó. Lucía, J.M. Burdío

Universidad de Zaragoza

Los sistemas de calentamiento por inducción doméstico precisan entregar a la carga elevadas potencias presentando una alta eficiencia y un coste reducido. Estos sistemas se caracterizan por la existencia de una elevada variabilidad de la carga y la presencia de múltiples salidas. Todo ello implica el empleo de topologías resonantes. En este documento, a diferencia de otros donde se exhiben etapas de muy alta eficiencia para una única salida, se propone una solución multi-salida. El artículo incluye la descripción de la etapa y un análisis de las principales magnitudes. Un diseño optimizado para dos cargas con su correspondiente estrategia de control es implementado a fin de verificar la fiabilidad del modelo.

**P-6 Estrategia de operación con método de control indirecto de la tensión del bus de continua para inversores trifásicos con redes Z**

C. Roncero-Clemente<sup>(1)</sup>, E. Romero-Cadaval<sup>(1)</sup>, O. Husev<sup>(2)</sup>, D. Vinnikov<sup>(2)</sup>, M.I. Milanés-Montero<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Extremadura, <sup>(2)</sup> Universidad Técnica de Tallinn, Estonia

En este artículo se propone una nueva estrategia de operación para el control de las potencias activa y reactiva inyectadas a red por un inversor trifásico con red impedante. El esquema de control también cuenta con un método indirecto para regular la tensión del bus de continua, mediante la generación de estados de conmutación "shoot-through". La estrategia de operación se basa en el uso de un marco de referencia síncrono en ejes d-q, estableciéndose como campo aplicación la inyección a red de energía fotovoltaica a alta frecuencia de conmutación. El sistema analizado (estrategia de control de potencia y método de control del bus) se ilustra, valida y discute mediante los resultados de simulación en PSCAD/EMTDC, empleándose una topología de inversor formada por una red quasi impedante y un puente de 3 niveles con el neutro conectado al punto medio del bus.

### **P-7 Diseño de la etapa de recepción para un sistema de imagen ultrasónica basado en System-On-Chip**

C. Gutiérrez Fernández, A. Jiménez, C.J. Martín Arguedas, Á. Hernández

Universidad de Alcalá

Los sistemas de imagen ultrasónica basados en arrays presentan una serie de retos principalmente relacionados con la necesidad de reducir los tiempos de generación de las imágenes y la complejidad de las etapas de emisión y recepción. La búsqueda de alternativas que superen estos retos requiere el desarrollo de sistemas flexibles que permitan la investigación de nuevas técnicas de imagen. Los arrays empleados en estos sistemas están formados por un gran número de elementos transductores. Las señales capturadas por este conjunto de transductores son digitalizadas por un conversor analógico-digital (ADC) multicanal. Estos conversores trabajan con interfaces serie con el objetivo de reducir el número de líneas y, por tanto, la complejidad del sistema. Sin embargo, el uso de interfaces serie implica la necesidad de trabajar a frecuencias entre 500-600 MHz para conseguir deserializar los datos y recuperar la información enviada por el ADC. El presente trabajo propone una arquitectura eficiente para el control en tiempo real del flujo de datos asociado a un sistema de imagen ultrasónica formado por 8 canales. La arquitectura está basada en un System-On-Chip (SoC) en un dispositivo Field-Programmable Gate Array (FPGA). Este dispositivo permite implementar una solución portable y de bajo coste, aportando la flexibilidad necesaria para el estudio de diversas técnicas de formación de imágenes.

### **P-8 Sistema de comunicaciones CAN bus de alto aislamiento utilizando el concepto de acoplamiento inductivo utilizado en comunicaciones PLC**

S. Chaouki, J.M. Jiménez-Martínez, E. de Jódar, J.A. Villarejo

Universidad Politécnica de Cartagena

Este artículo muestra el diseño de un sistema de comunicaciones descentralizado de alto aislamiento que se pueda utilizar en las aplicaciones que requieran de una comunicación aislada entre etapas. La tensión máxima de aislamiento está determinada por el aislamiento del cable que se instale en el sistema. Para ello se ha hecho uso de un acoplamiento inductivo similar al que pueda existir en un sistema de comunicaciones PLC (Power line communication) en líneas DC para conseguir el aislamiento deseado. A este cable se le ha llamado bucle de corriente. Por otro lado se crea un sistema modular en el que la introducción de etapas nuevas únicamente supone abrir el bucle de corriente en el punto donde se desea añadir la nueva etapa sin tener que modificar el cableado inicial. En cuanto al protocolo de comunicaciones que se utiliza se ha optado por aprovechar el protocolo CAN bus haciendo que el sistema sea totalmente compatible con ese protocolo de comunicaciones. Finalmente se ha validado el diseño sometiendo a una comunicación intensiva entre tres etapas determinando que las comunicaciones se realizan de forma totalmente satisfactoria.

### **P-9 Sistema de captación de datos mediante unidad remota de telecontrol (RTU) con Flyport como interface de comunicaciones**

M. Á. Guillomía

Universidad de Zaragoza

Este artículo describe el desarrollo de un sistema de captación y envío de señales partiendo de la creación de una unidad remota de telecontrol (RTU), donde lo más novedoso es el uso del módulo wifi "Flyport" como interface de comunicaciones. Se pretende dar al lector, conceptos básicos de captación de datos, ejemplos de ampliación de señales, creación de un protocolo para envío de datos, diagnosis del

sistema y ejemplo de visualización de estos. Todo ello forma parte fundamental de un sistema SCADA donde, no sólo se guarda y muestran las medidas enviadas por las RTU's que componen la red de datos, sino también se dispone de la capacidad de enviar órdenes a cada punto de la red.

#### **P-10 On the use of graphene in photovoltaic solar energy**

J. Alzola

Universidad Carlos III

Graphene is a material which was first obtained in 2004 in the University of Manchester by two Russian scientists Sir Andre Geim and Professor Kostya Novoselov, FRS. The properties of this solid are numerous and very attractive: it is the thinnest material known today, it is very light (one square meter weighting only 0.77mg), it is the strongest material known (200 times stronger than steel) and the best heat and electricity conductor, apart from having excellent levels of light absorption in the range from the near-infrared to ultraviolet. Due to all these properties of this carbon-based material, research and development is being done using it as a solution in many fields including electronics and photovoltaic applications. In these document, we will describe the advantages that graphene can bring to photovoltaic cells and how it may act as as conductive anodes including their role in dye-sensitized solar cells, transparent conductive cathodes, catalytic counter electrodes and active layers in solar cells. We will see the performance in graphene in each of these applications and the architecture of the cells in those cases including what materials are being used alongside graphene in solar cells. Finally, we will discuss about a recent discovery led by the Spanish University of Jaume I in collaboration with researchers from the University of Oxford, in how the performance of graphene will become better by the use of perovskite as a light absorber and titanium oxide and graphene as charge collector.

#### **P-11 Electrical power distribution system based on SSPC for Atlante UAS**

D. Izquierdo, G. Barroso de María, R. Azcona, C. Fernández

Airbus Defence and Space, España

In the new designs of military and unmanned aircrafts there is a clear trend towards increasing the demand of electrical power. In future aircraft designs there is a growing use of electrical systems instead of pneumatic, hydraulic or mechanical systems. This trend involves an increase of the electrical power demand and a rise of a number of electrical key components and equipment. One of these components is the Solid State Power Controller (SSPC). This paper exposes the integration of SSPCs in an Unmanned Air System (UAS) and the advantages obtained with the integration of this technology. Also, a brief state of the art report about the electrical power and distribution system in the UAS and an overview about SSPCs is presented.

#### **P-12 Automatización de un sistema de suministro de combustible a tanques de una central de generación de energía**

G. González, J. Trillo

Universidad de La Coruña

La industria precisa cada vez más de sistemas susceptibles de ser automatizados. Pero la automatización implica también la utilización óptima de los recursos ya presentes en un sistema. De ahí que la automatización de estos procesos ayuda a mejorar los ratios de eficiencia en cualquier industria. En este artículo se presenta la simulación de un sistema cuyo objetivo es el control, supervisión y monitorización del suministro de combustible a tanques de una central de generación de energía, lo que permitirá conocer en tiempo real el estado de operación del proceso, y en consecuencia actuar o corregir en caso

necesario. Entre sus usos y aplicaciones se encontrarían el emplearlo como medio de actuación y/o corrección si fuese necesario. Este sistema se puede emplear también para simulación de actividades programadas en la planta, así como para entrenamiento y/o formación de operadores. Este sistema puede ser extendido a plantas de gas que cuenten con suministro a tanques. Se utiliza un Sistema de Adquisición de Datos (SCADA) para corroborar el correcto funcionamiento del proceso.

**P-13 Dimensionamiento óptimo de sistemas de propulsión aplicados a vehículos propulsados por pilas de combustible: validación experimental**

C. Raga, H. Miniguano, A. Barrado, A. Lázaro, I. Quesada, C. Fernández

Universidad Carlos III

El agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, el calentamiento global, la contaminación atmosférica, y otros factores medioambientales han convertido en una creciente necesidad la sustitución de los vehículos convencionales, propulsados por motores de combustión interna, por otro tipo de vehículos respetuosos con el medio ambiente. De hecho, los vehículos puramente eléctricos se han introducido en los parques móviles actuales. Sin embargo, este tipo de vehículos no son la única opción. Los vehículos híbridos propulsados por pilas de combustible (VHPC), comienzan a consolidarse como una alternativa sólida. Los sistemas de distribución de potencia eléctrica (SDE) aplicados a VHPC, son sistemas grandes y complejos formados por un cierto número de convertidores cc-cc, sistemas acumuladores de energía de distinta naturaleza, y requisitos de carga dependientes del perfil de conducción que se aplique. Por todo ello, la selección del SDE-VHPC más adecuado es una tarea que ejerce una importante influencia en la masa, volumen, coste, eficiencia, etc. del sistema. Este artículo describe el cálculo de la mínima masa de fuentes de energía secundarias necesaria para abastecer los requisitos de potencia y energía, así como el cálculo de la masa y coste de todos los subsistemas que forman un SDE-VHPC. A continuación se analiza la evolución de la masa y coste de diez SDE-VHPC, en función de la potencia que entregue la pila de combustible, y se presentan las arquitecturas seleccionadas como preferidas en cada uno de los rangos de potencia entregada por la PC. El artículo termina con la validación mediante simulación y validación experimental de uno de los SDE-VHPC seleccionados como óptimos, junto con el resumen de las principales conclusiones extraídas a lo largo de este trabajo.

**P-14 Laboratory experiences with chaotic circuits and their application to secure communications**

M. García, C. Sánchez-Azqueta, S. Celma

Universidad de Zaragoza

In this paper, we discuss the use of chaotic signals in cryptography. An analysis of three different analog chaotic communication systems that were implemented in the laboratory is presented. The paper concludes with an explanation of some difficulties that can be found when building analog chaotic communication systems as well as a discussion of some possible actions that could improve the security of these systems.

**P-15 Aplicación didáctica para el estudio de topologías y técnicas de control clásicas dedicadas a la conversión DC-AC**

F.J. Pérez-Cebolla, D. Salas

Universidad de Zaragoza

Con esta aplicación se pretende dotar a los estudiantes noveles en electrónica de potencia de una herramienta didáctica, la cual les ayude a comprender el comportamiento de las topologías y de las

técnicas de control clásicas empleadas en la conversión de tensión continua a tensión alterna (DC-AC). Se ha diseñado una interfaz gráfica en Matlab usando el código de programación GUI para gestionar las simulaciones de los circuitos inversores. Esta interfaz sencilla e intuitiva para el usuario, le permite actuar sobre los parámetros de control y entrada del convertidor. Incluye también un osciloscopio virtual donde se representen las tensiones y corrientes más significativas de la topología bajo estudio, y por último, dispone de documentos de ayuda donde se describe el comportamiento teórico de cada topología en función de la técnica de control aplicada.

#### **P-16 Estado del arte de los métodos de refrigeración de los módulos de potencia asociados al vehículo eléctrico**

I. Aranzabal, N. Arandia, O. Oñederra, J. Andreu, I. Martínez de Alegría

Universidad del País Vasco

La implementación de módulos de potencia con gran densidad de energía implica la necesidad de evacuar grandes cantidades de calor. Por ello, la refrigeración juega un papel muy importante en la optimización del funcionamiento y en la vida útil del dispositivo y su estudio es fundamental para un rendimiento óptimo. Este artículo trata de analizar y describir los distintos métodos de refrigeración aplicados a los inversores de electrónica de potencia asociados al PCU (Power Control Unit, Unidad de Control de Potencia) de los VEs (Vehículos Eléctricos).

#### **P-17 Emulador de circuitos compensadores para convertidores de potencia CC-CC**

A. Rey-Alvite, S. Lamas, A.A. Nogueiras, A. Lago

Universidad de Vigo

El objetivo de este trabajo es desarrollar una herramienta con fines educativos para la formación en el funcionamiento, características y aplicaciones de los distintos tipos de bloques reguladores o compensadores utilizados en los sistemas de realimentación de los convertidores CC-CC. La aplicación está desarrollada y programada en lenguaje HTML5 y JavaScript [1], permitiendo al usuario seleccionar entre las distintas opciones de compensadores, que se muestran mediante sus respectivos esquemas eléctricos. Una vez seleccionado uno de los compensadores, se desplegará un formulario en el que el usuario debe introducir los valores de los componentes eléctricos de dicho circuito. La aplicación está diseñada para permitir la posibilidad de hacer cualquier combinación de selecciones entre los distintos tipos, pudiendo analizar la estabilidad de cada uno de ellos o a la vez en un mismo papel semilogarítmico.

#### **P-18 Mínimo condensador intermedio para aplicaciones monofásicas con corrección del factor de potencia**

A. Marcos-Pastor, E. Vidal-Idiarte, A. Cid-Pastor, L. Martínez-Salamero

Universidad Rovira i Virgili

En este trabajo se presenta el cálculo del valor mínimo del condensador intermedio para aplicaciones monofásicas con Corrección del Factor de Potencia (PFC), considerando que se tiene un convertidor boost en la etapa de pre-regulación. El mínimo condensador necesario se ha obtenido como una función de las características de la red, la máxima potencia del sistema y la tensión rms deseada en el bus DC trabajando a dicha potencia. Cualquier reducción del condensador intermedio genera un incremento del rizado de la tensión del bus y a su vez, una deformación del rizado de la corriente del inductor en caso que el controlador empleado en la etapa de pre-regulación trabaje a frecuencia constante. Por tanto, se recomienda el uso de técnicas de control de frecuencia variable, como por ejemplo, controladores por histéresis. El análisis teórico se ha validado mediante resultados de simulación y se ha realizado un

estudio comparativo entre controladores a frecuencia constante y variable analizando la calidad de la corriente absorbida de la red.



### Presentaciones en sesión oral

INS2

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y MEDIDA  
REDES DE SENSORES

Moderador: **Antonio Bono-Nuez (Universidad de Zaragoza)**

9:30 h – 10:30 h

Aula 1

**9:30 h Algoritmo robusto de sincronización para PLC de banda ancha basado en wavelet-OFDM**

F. Nombela, E. García, J. Ureña, Á. Hernández, P. Poudereux

Universidad de Alcalá

En los últimos años, los sistemas de comunicación mediante la línea de distribución eléctrica, conocidos como PLC (Power Line Communication), han recibido un gran interés como parte de las redes inteligentes de distribución o Smart grid, así como para aplicaciones multimedia en el hogar. En los sistemas PLC de gran ancho de banda se emplean modulaciones multiportadora permitiendo mitigar los efectos de desvanecimientos selectivos del canal. No obstante, este tipo de modulaciones requieren una sincronización temporal precisa para su correcto funcionamiento. Tradicionalmente se considera que el primer camino de llegada de la respuesta temporal del canal se corresponde con el de mayor energía, lo cual no puede asumirse en la mayor parte de los canales PLC. En este artículo se propone un algoritmo robusto de sincronización temporal para canales PLC de gran ancho de banda y con desvanecimiento selectivo, demostrando una mejora en torno al 80% RMSE (Root Mean Squared Error) respecto a métricas comunes empleadas en OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) en los que no se considera el efecto del multicamino.

**9:50 h Filtro de Kalman extendido con restricciones parciales para navegación con información de mapas**

D. Gualda, J. Ureña, J.C. García

Universidad de Alcalá

La estimación de estados casi óptimos en sistemas dinámicos afectados por ruido gaussiano es un tema muy aplicado a nivel de investigación desde la aparición del filtro de Kalman. El uso de este método es de especial interés en aplicaciones tecnológicas que requieren la estimación de valores proporcionados por diferentes sensores afectados por ruido o para estimar un estado a partir de múltiples observaciones. Existen determinadas situaciones en las que se conoce el valor de una variable perteneciente a un vector de estados o la relación entre varias, ya sea lineal o no lineal, y esa información adicional no está contemplada en los filtros tradicionales. En este trabajo se propone un método analítico para añadir esa información al algoritmo de estimación, aplicado a la navegación de un robot móvil dentro de un área interior compuesta por diversos Sistemas de Posicionamiento Local (LPS) y teniendo como información adicional los datos de la planimetría en formato XML, de tal forma que lo que se pretende es que la estimación de la posición del robot siempre pertenezca a los límites del plano. El método propuesto se ha comparado con algoritmos de estimación numéricos existentes

en la literatura obteniéndose mejores resultados en el ámbito de la eficiencia computacional.

**10:10 h Sistema de instrumentación por vibrometría láser heterodina con fibra óptica para la monitorización de vibraciones sin-contacto en ensayos de estructuras aeroespaciales**

D.A. Jackson<sup>(1)</sup>, J.E. Posada<sup>(2)</sup>, J.A. García-Souto<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> University of Kent, UK, <sup>(2)</sup> Universidad Carlos III

En el presente trabajo se presenta un sistema de instrumentación basado en vibrometría láser para realizar medidas sin contacto. Incorpora un camino de acceso por fibra óptica a la región de medida, facilitando de este modo su funcionamiento en entornos hostiles y de difícil acceso, así como la monitorización de varios puntos de medida a través de varias fibras ópticas. Implementa un interferómetro láser heterodino susceptible de múltiples canales de medida, a diferencia de los vibrómetros láser clásicos que requieren instalar tantos sistemas completos como puntos de medida. La configuración se ha demostrado experimentalmente con resolución mejor que 0,1 nm en la medida de vibraciones transversales (flexión fuera de plano) y rango de decenas de micras. Estas características, junto con su propiedad de medir sin contacto y posibilidad de hacerlo en múltiples puntos lo hacen idóneo para la medida de vibraciones en estructuras aeroespaciales durante ensayos de impacto con partículas ligeras a muy alta velocidad. Ha sido diseñado para su demostración en el Light Gas Gun de la NASA.

**CON4 TÉCNICAS DE CONTROL EN CONVERTIDORES DE POTENCIA. IMPLEMENTACIONES ANALÓGICAS DIGITALES Y MIXTAS**

Moderador: **Domingo Biel (Universidad Politécnica de Cataluña)**

**9:30 h – 10:30 h**

**Aula 2**

**9:30 h Comparison of three-phase active rectifiers for aircraft application**

U. Borović<sup>(1)</sup>, S. Zhao<sup>(1)</sup>, M. Silva<sup>(1)</sup>, Y.E. Bouvier<sup>(1)</sup>, M. Vasić<sup>(1)</sup>, J.A. Oliver<sup>(1)</sup>, P. Alou<sup>(1)</sup>, J.A. Cobos<sup>(1)</sup>, P. Pejović<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Politécnica de Madrid, <sup>(2)</sup> University of Belgrade, Serbia

In aircraft applications, there has been an increasing trend related with the More Electric Aircraft (MEA), which results in rapid rise in the electrical power demand on-board. One of its goals lies in minimizing weight and volume of the electrical subsystem while maintaining good power quality and efficiency. The main purpose of this paper is to present and analyze an electrical design of three-phase Boost rectifier, three-phase Buck rectifier and three-phase Vienna rectifier for 10 kW active rectifiers and compare them in terms of weight, volume, efficiency etc. Moreover, the design is obliged to comply with DO-160 standard for avionic equipment with 230 Vac, 360-800 Hz grid conditions. Even though all proposed solutions satisfy the standard requirements, it will be shown that the Vienna rectifier has the lowest volume and therefore, the better solution overall. However, due to increased number of semiconductors and additional circuitry required for soft start-up, the Buck rectifier would prove to be the safest solution failure-wise.

**9:50 h Sensorless control of synchronous reluctance machines using HF signal injection**

M. Mattiazo<sup>(1)</sup>, D. Reigosa<sup>(2)</sup>, N. Bianchi<sup>(1)</sup>, F. Briz<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> University of Padova, Italia, <sup>(2)</sup> Universidad de Oviedo

This paper analyzes the use of high frequency signal injection methods for the sensorless control of

synchronous reluctance machines (SyncRM). High frequency signal injection methods have been widely investigated for the sensorless control at very low speed and position control both of induction machines and synchronous machines. These methods normally inject a high frequency voltage signal in the stator windings, which interacts with the machine asymmetries (saliencies), modulating the resulting stator high frequency currents, from which the rotor position is estimated. One of the major limitations of saliency tracking based sensorless control techniques using high frequency signal injection is their sensitivity to saturation. For the case of salient machines, saturation of the flux paths typically results in a reduction of the machine saliency, also producing saturation induced saliencies and cross-coupling between d and q-axis. All these phenomena adversely affect to the performance of the sensorless control. SyncRM are natural candidates for the use of high frequency signal injection sensorless control methods due to their high saliency ratio and the reduced cross-coupling between d and q-axis.

### 10:10 h Metodología de implementación de un modelo tiempo real en LabVIEW

A. Matallana<sup>(1)</sup>, I. Kortabarria<sup>(1)</sup>, J. Andreu<sup>(1)</sup>, N. Arandia<sup>(1)</sup>, J. Gutiérrez<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad del País Vasco, <sup>(1)</sup> National Instruments, Spain

Este artículo propone una metodología para implementar modelos de simulación Model In the Loop complejos sobre plataformas de tiempo real, concretamente, sobre una plataforma diseñada con el entorno de programación gráfica LabVIEW. Para desarrollar dicha metodología se ha propuesto una aplicación ejemplo, compuesta por una máquina síncrona de imanes permanentes conectada a un inversor en modo fuente de tensión. La implementación en la plataforma de tiempo real, que dispone de hardware específico para la simulación, evita el empleo de técnicas de promediado para el desarrollo de algoritmos que requieren rápidas velocidades de ejecución. Por último, se realiza una comparación de los resultados del modelo, obtenido con la metodología presentada, con la misma aplicación desarrollada en Matlab/Simulink.

## TCP6 TÉCNICAS DE CONVERSIÓN DE POTENCIA. CONVERTIDORES Y AMPLIFICADORES

Moderador: **Francisco Javier Azcondo (Universidad de Cantabria)**

9:30 h – 10:30 h

Aula 3

### 9:30 h Convertidor Ćuk modificado con baja distorsión armónica para corrector de factor de potencia

M. Bodetto, M. Marcos-Pastor, A. El Aroudi, A. Cid-Pastor, E. Vidal-Idiarte

Universidad Rovira i Virgili

Este trabajo presenta una modificación sobre el convertidor Ćuk para reducir la distorsión armónica total de un circuito CA-CC corrector de factor de potencia de única etapa. Esta modificación permite que el convertidor funcione en modo de conducción continua incluso en el área de cruce por cero evitando la distorsión en esta zona. El convertidor propuesto ha sido analizado, diseñado e implementado. Los resultados de las simulaciones y las medidas experimentales han demostrado la viabilidad del convertidor propuesto.

**09:50 h Input current sensorless bridgeless PFC converter**

F. López, A. Pigazo, F.J. Azcondo

Universidad de Cantabria

Compared with traditional PFC converters, Bridgeless PFC reduces the conduction losses since there is no need for the input bridge. However, the input AC current and voltage must be measured before the input inductor. Current measuring techniques are very expensive or produce load dependent loss. This paper presents a solution that avoids the use of an input current sensor. Instead, the current is rebuilt inside a digital device (FPGA) by integrating the voltage across the input inductor over time.

**10:10 h Transformador electrónico de potencia monofásico con funciones activas para redes inteligentes**V. Miñambres-Marcos<sup>(1)</sup>, I. Roasto<sup>(2)</sup>, E. Romero-Cadaval<sup>(1)</sup>, R. Strzelecki<sup>(3)</sup>, F. Barrero-González<sup>(1)</sup>

(1) Universidad de Extremadura, (2) Universidad Técnica de Tallinn, Estonia, (3) Electrotechnical Institute, Polonia

En este artículo se presenta el control de una célula de un de transformador electrónico de potencia modular con funciones activas para hacer frente al concepto de red inteligente. De esta manera, el convertidor se utiliza, no sólo como un transformador convencional, sino también para ayudar a la red en tareas tales como la potencia reactiva, la eliminación de armónicos y el almacenamiento de energía. Volumen, modularidad, flexibilidad y coste también mejoran. La topología de una célula utilizada en este trabajo está compuesta por un convertidor bidireccional de tres etapas: un medio puente en la etapa de entrada, un medio puente dual en la etapa intermedia y otro medio puente en la etapa de salida. Los algoritmos de control se basan en la teoría  $dq$  para sistemas monofásicos. Un convertidor bidireccional tradicional ha sido conectado al lado secundario para proporcionar la característica del almacenamiento de energía. Una célula del transformador con baterías se ha simulado para determinar el funcionamiento del convertidor y sus funciones activas

**INS3 SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y MEDIDA. REDES DE SENSORES.**Moderador: **José Ignacio Artigas (Universidad de Zaragoza)****11:00 h – 12:00 h****Aula 1****11:00 h Sistema modular de dosimetría personal**J. Vaquero<sup>(1)</sup>, R. Chil<sup>(2)</sup>, E. Picado<sup>(3)</sup>, A. Rodríguez<sup>(1)</sup>, C. Rodríguez<sup>(1)</sup>, S. Borromeo<sup>(1)</sup>, L.M. Fraile<sup>(3)</sup>, M. Desco<sup>(2,4)</sup>, J.M. Udías<sup>(3)</sup>, J.J. Vaquero<sup>(2,4)</sup>

(1) Universidad Rey Juan Carlos, (2) Hospital General Universitario Gregorio Marañón, (3) Universidad Complutense de Madrid, (4) Universidad Carlos III de Madrid

Se presenta el desarrollo de un sistema de medición de los niveles de radiación recibidos, basado en un dosímetro personal portátil y autónomo. Este dosímetro emplea una combinación de un cristal centelleador con un fotodetector para la detección de la radiación gamma, e integra funcionalidades de espectroscopia e identificación de isótopos. Todas las medidas realizadas se almacenan con hora y localización, tanto en exteriores como en interiores. Para la selección de la combinación óptima centelleador-fotodetector del dosímetro portátil, se han realizado ensayos respecto de la resolución de energía y actividad interna. Se ha seleccionado un cristal CsI:TI y un fotodetector SiPM. Además del

funcionamiento autónomo de cada dosímetro, el sistema permite la integración de varios de ellos a modo de una Red de Sensores Inalámbricos con las particularidades de que cada dosímetro actúa como un nodo móvil, en áreas extensas y con una alta tasa de datos. El sistema es modular, contando con tres elementos: el Dosímetro Personal, un despliegue de Balizas Inalámbricas y un sistema de almacenamiento, monitorización y gestión de los dosímetros, basado en una aplicación web, llamado Sistema Central.

**11:20 h Voltage harmonics monitoring in a microgrid based on advanced metering infrastructure (AMI)**

M. Savaghebi, Y. Guan, J.C. Vasquez, J.M. Guerrero, C. Nielsen  
Aalborg University, Denmark

Smart meters are the main part of Advanced Metering Infrastructure (AMI) and are usually able to provide detailed information on customers' energy consumptions, voltage variations and interruptions. In addition, these meters are potentially able to provide more information about power quality (PQ) disturbances. This paper will address the monitoring of voltage harmonics utilizing the features of smart meters and AMI system. To do this, the first step is to select proper indices to quantify the distortion. An important point which should be considered in this regard is the limited processing power of smart meters in comparison with PQ Analyzers (PQAs). Furthermore, the indices are categorized as site and system indices. The site indices measure the distortion at one metering section while the system indices provide a PQ view in an area encompassing multiple meters. In addition, the smart metering system which is implemented in Intelligent Microgrid Lab of Aalborg University (AAU) will be introduced.

**11:40 h Caracterización automatizada de sistemas fotovoltaicos conectados a red**

L. Berlanga, J. Chavarría, D. Biel, F. Guinjoan, A. Poveda  
Universidad Politécnica de Cataluña

En este trabajo se presenta la implementación de una plataforma de automatización destinada a realizar la caracterización de sistemas fotovoltaicos conectados a red. Esta plataforma se desarrolla por la necesidad de automatizar la configuración y extracción de medidas de sistemas fotovoltaicos ya que, para realizar una caracterización de forma manual se requieren de muchas horas de trabajo y de la realización de acciones muy repetitivas. Al final del artículo se muestra un ejemplo práctico utilizando el sistema de automatización desarrollado en el que se evalúan las prestaciones de dos tecnologías diferentes de fabricación de MOSFETs (Silicio y Carburo de Silicio) aplicadas en un sistema fotovoltaico.

**CON5 TÉCNICAS DE CONTROL EN CONVERTIDORES DE POTENCIA. IMPLEMENTACIONES ANALÓGICAS DIGITALES Y MIXTAS**

Moderador: **Enric Vidal-Ildiarte (Universidad Rovira i Virgili)**

**11:00 h – 12:00 h**

**Aula 2**

**11:00 h Distributed and decentralized control strategies for future microgrids**

T. Dragicevic, M. Savaghebi, J.C. Vasquez, J.M. Guerrero  
Aalborg University, Denmark

This paper presents the state of the art and the future challenges in industrial microgrid systems. The

paper starts presenting the conventional hierarchical control of microgrids that already is well established in power systems, and the distributed control of each hierarchical control level control level is presented. Aspects on centralized vs distributed control and AC/DC microgrids are also discussed. Finally, concluding remarks and future trends are given.

### 11:20 h **Identificación adaptativa de recipientes en una cocina de inducción**

A. Bono-Nuez, B. Martín-del-Brío, C. Bernal-Ruiz, F.J. Pérez-Cebolla, A. Martínez-Iturbe  
Universidad de Zaragoza

En las cocinas de inducción es importante caracterizar e identificar el recipiente que se está utilizando en cada momento para desarrollar nuevas aplicaciones como, por ejemplo, el cocinado automático. En esta comunicación se presenta una línea de trabajo novedosa consistente en, a partir de las señales proporcionadas por los sensores de la cocina, identificar unívocamente cada recipiente individual del usuario de forma directa, sin modelos intermedios de comportamiento. Para ello se realiza un análisis espectral de las señales y se diseña un nuevo modelo de red neuronal artificial competitiva llamado Growing Competitive Neural Network o GCNENET. Esta nueva red tiene la capacidad de crecer y adaptarse a la batería de cocina específica de cada usuario particular y es suficientemente sencilla en términos computacionales como para que pueda ser incorporada en el microcontrolador o procesador digital de señal que ya hay en la cocina. Finalmente, se presentan y valoran los resultados asociados a las capacidades de adaptación e identificación del sistema.

### 11:40 h **1-V low-power transimpedance amplifier for 1.25 Gb/s transmission**

G. Royo, C. Gimeno, C. Sánchez-Azqueta, C. Aldea, S. Celma  
Universidad de Zaragoza

In this paper we present a low-voltage low-power transimpedance amplifier for plastic optic fiber communications. The amplifier has been designed in a 180 nm CMOS technology and it dissipates only 6 mW from a supply voltage of only 1 V, making it compatible with newer technologies. The topology consists of three cascaded common source stages surrounded by a global shunt-feedback to increase the bandwidth and sensitivity. The amplifier achieves a transimpedance of 69 dB $\Omega$ . The responsivity of the photodiode is 0.44 A/W and the input capacitance is 3 pF. When using this photodiode, the amplifier achieves a bandwidth of 1.02 GHz and a sensitivity of -20.1 dBm considering a 10<sup>-12</sup> BER.

## DISP2 **DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA Y COMPONENTES PASIVOS**

Moderador: **Héctor Sarnago (Universidad de Zaragoza)**

11:00 h – 12:00 h

Aula 3

### 11:00 h **Estado del arte de la tecnología planar y *trench* de IGBTs de silicio**

A. Matallana, J. Andreu, I. Aranzabal, V. López, A. Pérez-Basante  
Universidad del País Vasco

La aparición del IGBT supuso el desarrollo del semiconductor de potencia para las aplicaciones de potencia que requieren elevados valores de tensión y corriente junto a elevadas frecuencias de conmutación. Durante los últimos 30 años, con la evolución de la tecnología y los métodos de fabricación, se han ido desarrollando diversas arquitecturas de IGBTs con el objetivo de conseguir

dispositivos capaces de soportar mayores potencias y temperaturas, obteniendo al mismo tiempo menores pérdidas de conducción y conmutación. En este artículo se analiza la evolución desde las arquitecturas planares y trench de los IGBTs de silicio hasta la fusión de ambas tecnologías en un mismo dispositivo analizando los rangos de tensión y corriente de cada tecnología, junto a su diseño y las características estáticas, dinámicas y térmicas que los definen.

#### **11:20 h Design and fabrication of high voltage 4H-SiC MOS Transistors**

V. Soler, M. Berthou, M. Florentin, J. Montserrat, P. Godignon, J. Rebollo, J. Millán

Centro Nacional de Microelectrónica

Wide Band Gap semiconductors have superior material properties allowing power device operation at higher voltages, temperatures, and switching speeds than current Si technology. Hence, power devices based on these materials are being developed for applications in which Si power devices show limited operation. SiC is one of the most promising semiconductor materials since the commercial availability of starting material and maturity of its technological processes. This paper is addressed to the design of a process technology for the integration of high voltage SiC MOSFETs. Concretely, relevant issues in the device design are outlined. The definition of the process technology has allowed the integration of 1.6 kV SiC MOSFETs. Self-aligned MOSFET with submicron channel lengths have been fabricated showing a good blocking voltage capability. It is shown that their electrical characteristics are superior to that shown by non-self-aligned MOSFETs fabricated with the same process technology.

#### **11:40 h Evaluación comparativa entre el uso de MOSFETs de Carburo de Silicio (SiC) y de Silicio (Si) en un emulador fotovoltaico**

J. Chavarria, D. Biel, F. Guinjoan, A. Poveda

Universidad Politécnica de Cataluña

En este trabajo se realiza una evaluación comparativa entre diferentes tecnologías de fabricación de MOSFETs sobre un emulador fotovoltaico. Concretamente, se estudia el uso de MOSFETs de carburo de silicio (SiC) frente a la tecnología convencional de silicio (Si) sobre un convertidor elevador CC-CC encargado de emular en su puerto de salida las curvas características de un conjunto de paneles fotovoltaicos. A fin de poder comparar las prestaciones del SiC respecto a las del Si bajo diferentes condiciones de funcionamiento, se definen dos agrupaciones de paneles. La primera agrupación alcanza una tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ ) de 480V y una potencia máxima ( $P_{mp}$ ) de 1kW a 403V. La segunda agrupación se caracteriza por tener una tensión  $V_{oc}$  de 800V y  $P_{mp}$  de 3kW a 665V. Sobre los diferentes puntos de operación se realizan barridos de frecuencia de conmutación entre 20kHz y 200kHz a fin de poder sacar conclusiones de eficiencia del sistema y temperatura en el MOSFET para cada tecnología de fabricación.



## Índice de Autores

Acedo, P .....	45	Bretón, D. ....	52
Aceró, J. ....	27, 38	Briz, F. ....	43, 51, 62
Ahmetovic, D. ....	30	Burdío, J.M. ....	.....
Alcoleas, R. ....	37	.....	27, 27, 33, 36, 37, 37, 38, 30, 54, 54
Aldea, C. ....	34, 66	Camón, A. ....	34
Alonso, R. ....	27, 38	Carrasco, J.A. ....	33, 53
Alou, P. ....	23, 52, 62	Carretero, C. ....	27, 38
Álvarez, L. ....	48	Casanovas, J. ....	46
Álvarez, F.J. ....	46	Casanovas, O. ....	23
Álvarez, S. ....	26	Casanueva, R. ....	43
Álvarez-Álvarez, A. ....	28	Casellas, F. ....	24
Alzola, J. ....	56	Castro, I. ....	25, 46, 47
Andreu, J. ....	58, 63, 66	Catalán, C. ....	50
Arandia, N. ....	33, 58, 63	Celma, S. ....	34, 57, 66
Aranzabal, I. ....	33, 58, 63	Chauoki, S. ....	29, 55
Arias, M. ....	25, 51, 52	Chavarria, J. ....	67
Artigas, J.I. ....	35	Chil, R. ....	64
Avellaned, J. ....	30	Cid-Pastor, A. ....	34, 58, 63
Azcona, R. ....	56	Clarià, F. ....	46
Azcondo, F.J. ....	43, 64	Clotet, E. ....	45, 46
Aznar, E. ....	23	Cobos, J.A. ....	17, 23, 52, 62
Azuara, A. ....	50	Colombo, M. ....	37
Barrado, A. ....	24, 26, 29, 31, 41, 47, 57	De Cos, F.J. ....	48
Barrado-Rodrigo, J.A. ....	36, 41	De Jódar, E. ....	29, 52, 55
Barragán, L.A. ....	35, 38	De la Cruz, M. ....	47
Barrero-González, F. ....	64	De Marziani, C.M. ....	37
Barrón, M. ....	28	Declercq, F. ....	47
Barroso de María, G. ....	56	Del Pozo, F. ....	23
Bauwens, F. ....	46, 47	Del Toro, X. ....	34
Berlanga, L. ....	65	Desco, M. ....	64
Bernal, C. ....	26, 39, 30, 41, 66	Díaz Gonzalez, J. ....	46, 50, 51
Berthou, M. ....	67	Díaz Reigosa, D. ....	43, 62
Bianchi, N. ....	62	Domínguez, A. ....	35, 38
Biel, D. ....	25, 43, 65, 67	Dragicevic, T. ....	65
Blanco, V. ....	48	Ejea, J.B. ....	33, 53, 44
Blanes, J.M. ....	30, 33, 53	El Aroudi, A. ....	34, 63
Blesa, A. ....	50	Esteve, V. ....	44
Bodetto, M. ....	34, 63	Estévez, F. ....	48
Bonache, R. ....	53	Feliu, V. ....	34
Bono-Nuez, A. ....	41, 66	Fernández García, C. ....	56
Borović, U. ....	62	Fernández Martínez, M. ....	47
Borromeo, S. ....	64	Fernández, A. ....	20
Bouvier, Y.E. ....	62	Fernández, C. ....	24, 26, 28, 29, 31, 57
Bravo, A. ....	23	Ferreres, A. ....	33, 53, 44

Florentin, M.....	67	Jiménez Martín, A. ....	55
Fossas, E.....	25	Jiménez Martínez, J.M. ....	52, 55
Fraile, L.M.....	64	Jiménez, L.A.....	26
Frau, J.....	48	Jordán, J.....	44
Gaitán-Pitre, J.E. ....	36	Juncosa, A.....	37
Gallardo-Lozano, J. ....	47	Konjedic, T.....	29, 44
Gálvez, R.....	26	Korošec, L.....	29, 44
García Bosque, M.....	57	Kortabarría, I.....	33, 63
García Cerrada, A. ....	24, 35	Krebs, F.....	29
García del Pozo, J.M. ....	34	Lago, A.....	58
García Domínguez, J.J.....	23	Lamas, S.....	58
García, J.C.....	61	Lázaro, A.....	24, 26, 29, 31, 41, 47, 57
García, E.....	37, 61	Leon-Masich, A.....	42
García, P.....	43	Lizán, J.L.....	33, 53
García, F.J.....	49, 50	Lope, I.....	27, 37, 38
García, O.....	23	López del Moral, D.....	24, 29
García-Souto, J.A.....	45, 62	López, F.....	64
García-Valverde, R.....	29	López, L.....	39
Garriga, J.A.....	46	López, M.....	43, 51
Garrigós, A.....	30, 33, 53	López, V.....	66
Gasent, J.....	44	Lucía, Ó.....	27, 33, 36, 37, 37, 54, 54
Gil, I.....	52	Lupiañez, R.....	45
Gilabert, D.....	44	Marcos-Pastor, A.....	58
Gimeno, C.....	66	Marcos-Pastor, M.....	63
Godignon, P.....	67	Marnane, W.P.....	23
González Filgueira, G.....	56	Marroquí, D.....	53
González-Lamar, D.....	25, 26, 46, 51	Martín Arguedas, C.J.....	55
González-Molina, F.....	36	Martín Mateos, P.....	45
Granda, M.....	31	Martín Pernía, A.....	28, 31, 32, 51
Gualda, D.....	61	Martín Ramos, J.A.....	28, 31, 32, 50, 51
Guan, Y.....	65	Martín, K.....	26
Guasch-Pesquer, L.....	36	Martín, P.....	50
Guerrero, J.M.....	65, 65	Martín del Brio, B.....	41, 66
Guillomía, M.A.....	55	Martínez de Alegría, I.....	58
Guinjoan, F.....	24, 65, 67	Martínez García, H.....	24, 31, 35, 42, 45
Gutiérrez Fernández, C.....	55	Martínez, D.....	45, 46
Gutiérrez Rivas, R.....	23	Martínez, J.A.....	32, 48, 48, 50
Gutiérrez, A.....	23	Martínez-Iturbe, A.....	41, 66
Gutiérrez, J.....	63	Martínez-Máñez, R.....	23
Gutiérrez, R.....	30, 53	Martínez-Salamero, L.....	34, 42, 53, 58
Hernández, Á.....	23, 55, 49, 61	Maset, E.....	33, 53, 44
Hernando, M.M.....	25, 51, 52	Matallana, A.....	33, 63, 66
Hurley, W.G.....	19	Mateo, A.....	52
Husev, O.....	54	Mateos, R.....	49
Izquierdo, D.....	56	Mattiazio, M.....	62
Jackson, D.A.....	45, 62	Miaja, P.F.....	26
Jalakas, T.....	47	Milanés-Montero, M.I.....	47, 54
Jaramillo-Matta, A.A.....	36	Milanovič, M.....	29, 42, 44

Millán, J	67	Raga, C	41, 57
Miniguano, H	57	Ramos Lara, R	43
Miñambres-Marcos, V	47, 64	Ramos, M.R.	52
Molina, J.M	52	Ramos, R	38
Molina, P	26	Rebollo, J	67
Montserrat, J	67	Reilly, R	18
Moreno, J	45, 46	Repecho del Corral, V	25, 43
Moreno-Arrones, N	23	Rey-Alvite, A	58
Moya, E.J	49, 50	Roasto, I	64
Munté, X	41	Roca, M	48
Murano, S	37	Rodič, M	29, 44
Naval, A	37, 54	Rodríguez, A	46, 51, 51
Navarro-Crespín, A	43	Rodríguez, A	64
Navarro, D	35, 54	Rodríguez, C	64
Nevado, A	48	Rodríguez, J	46, 51
Niclos, S	28	Rodríguez-Cabero, A	24
Nielsen, C	65	Roig, J	46, 47
Nogueiras, A.A	58	Roldan, J	35
Nombela, F	49, 61	Romero-Cadaval, E	47, 54, 64
Nuño García, F	46, 48, 50	Roncero-Clemente, C	54
Ochoa, M	24, 35	Roncero-Sánchez, P	34
Olalla, C	53	Royo, G	66
Oleagordia, I.J	28	Ruiz, A	33, 54
Oliver, J.A	23, 52, 62	Ruiz, I	33, 54
Oñederra, O	33, 58	San Martín, J.I	28
Osorno, D	44	Sánchez Azqueta, C	57, 66
Otín, A	35	Sánchez, C	23
Oyarbide, E	26, 39	Sanchís-Kilders, E	33, 53, 44
Palacín, J	45, 46	Sanz, A	39
Pallás Areny, R	36	Sanz, I	30
Pardina, A	38	Sanz, M	24, 26, 28, 29, 41, 47
Pardo-Vaquero, O	31, 32	Sarnago, H	27, 33, 36, 37, 37, 54, 54
Parreño, A	34	Savaghebi, M	65, 65
Pejović, P	62	Sebastián, J	25, 26, 51
Peón, R	48, 48	Serna, F	50
Pérez, M.C	37	Serrano, J	23
Pérez, M	27	Serrano, J	27
Pérez-Basante, A	66	Sierra, J.M	46
Pérez-Cebolla, F.J	38, 41, 57, 66	Silva, M	62
Picado, E	64	Silva-Martínez, J	31
Pigazo, A	64	Soler, V	67
Piqué, R	24	Sousa, M	38
Poncela, A	49	Strzelecki, R	64
Posada, J.E	45, 62	Suárez, A	51
Poudereux, P	61, 49	Trapero, D	28
Poveda, A	65, 67	Tresanchez, M	45, 46
Prieto, M.J	31, 48, 48, 50	Trillo, J	56
Quesada, I	24, 41, 47, 57	Truntič, M	29, 42, 44

Uceda, J. ....	23
Udías, J.M. ....	64
Ureña, J. ....	37, 61, 61
Urriza, I. ....	35
Valderrama-Blavi, H.....	41, 42
Valls, J.M. ....	53
Vaquero, J. ....	64
Vaquero, J.J. ....	64
Vasquez, J.C. ....	65, 65
Vázquez, A. ....	46, 51
Velasco, G. ....	24
Vicedo, M.....	48
Vidal-Ildiarte, E. ....	58, 63
Villarejo, J.A.....	29, 52, 55
Villegas, P.J. ....	28, 31, 32, 48, 51
Vinnikov, D. ....	47, 54
Viscarret, U. ....	52
Vlachakis, B. ....	47
Youb, L. ....	36
Zamora, J.L. ....	24, 24
Zapico, A. ....	43, 51
Zhao, S. ....	52, 62
Zumel, P. ....	24, 26, 28, 29, 31, 41