

# Cátedra Endesa Red 2013





# ÍNDICE



<b>Organización de la Cátedra.....</b>	<b>7</b>
<b>Jornadas.....</b>	<b>9</b>
<b>Seminarios.....</b>	<b>19</b>
<b>Aula de la Luz Monografías.....</b>	<b>57</b>
<b>Premio Proyecto Fin de Carrera 2013.....</b>	<b>61</b>
<b>Trabajo Fin de máster.....</b>	<b>65</b>
<b>Prácticas en Empresa.....</b>	<b>71</b>
<b>Transferencia Tecnológica.....</b>	<b>75</b>
<b>En los medios.....</b>	<b>93</b>
<b>Página Web de la Cátedra Endesa Red.....</b>	<b>101</b>
<b>Estadísticas.....</b>	<b>113</b>



# Organización



# ORGANIZACIÓN



Ramón González Carvajal  
Vicerrector de Transferencia Tecnológica  
Universidad de Sevilla



José Luis Martínez  
Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla



D. Francisco Arteaga Alarcón  
Director general territorial para Andalucía y  
Extremadura  
Endesa



Ángel Arcos Vargas  
Director General de Negocio  
Endesa Distribución Eléctrica



## DIRECTOR



Antonio Gómez Expósito  
Director Dpto. Ingeniería  
Eléctrica. Universidad de  
Sevilla



José Antonio Martínez

## DIRECTOR ADJUNTO







# Jornadas

- Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas.



# Jornadas

## Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas

13-11-2013







## Apertura y bienvenida



**D. José Luis Martínez.**

Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla



**D. Antonio Gómez Expósito**

Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla



**D. Pedro Méndez.**

Director de Relaciones Institucionales de ENDESA



# Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas.



## Ponencia: “Overview of Superconductivity in Power Systems Applications”



**Luciano Martini** actualmente trabaja para el RSE, Ricerca sul Sistema Energetico, en Milán. Cuenta con una larga experiencia de 25 años en actividades de I+D en nuevos materiales, energías renovables, redes inteligentes y superconductividad. Actualmente es Director adjunto y Coordinador del departamento de colaboraciones internacionales para el transporte y la distribución. Departamento entre cuyas actividades se incluyen, tests en los laboratorios de alta tensión, electrónica de potencia, vehículos eléctricos, superconductividad y aplicaciones piloto de redes inteligentes.

Desde 1998 ha dirigido el laboratorio de superconductividad, investigando sobre la caracterización de conductores y devanados HTS y en el diseño, desarrollo y pruebas de prototipos de terminales y limitadores de intensidades de falta.

Es el Presidente del Comité Ejecutivo de la Agencia Internacional de Energía ( AIE) y participa en el “Programa de Cooperación para la Evaluación de los Impactos de la superconductividad de alta temperatura en el Sector de Energía Eléctrica”. Miembro de varios grupos de trabajo internacionales de CIGRE e IEC relacionados con la superconductividad. Además, es director del programa de redes inteligentes en el RSE y Coordinador del “European Energy Research Alliance ( EERA )”, programa conjunto de redes inteligentes que involucra a 33 organizaciones de investigación que representan a 16 países europeos.

En varias ocasiones ha ejercido de experto independiente para La Comisión Europea y el Departamento de Energía EE.UU para revisar las propuestas de investigación y proyectos de I + D financiados con fondos públicos sobre la superconductividad.





**JORNADA  
SUPERCONDUCTIVIDAD,  
NANOTECNOLOGÍA Y REDES ELÉCTRICAS**  
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla

**Overview of Superconductivity in  
Power Systems Applications**  
 Luciano Martini

13 de noviembre de 2013, Sevilla



## Ponencia: “Overview of Superconductivity in Power Systems Applications”

Las futuras Redes Activas van a enlazar de manera eficiente las fuentes de energía (especialmente las fuentes renovables), con la demanda de los consumidores, lo que permitirá que se tomen decisiones en tiempo real sobre la forma óptima de operar el sistema eléctrico. La red inteligente flexibiliza la relación oferta y demanda, proporcionando nuevos instrumentos para la operación óptima y económicamente eficiente de la red.

Los principales retos de futuro son el de integrar más recursos sostenibles de generación, satisfacer la creciente demanda de electricidad y renovar las redes eléctricas, las aplicaciones de superconductividad en los sistemas de potencia van a desempeñar un papel importante en esa dirección.

De hecho, desde el descubrimiento de la superconductividad de alta temperatura (HTS) en 1986 se ha producido un rápido progreso en el desarrollo de materiales superconductores, cables y aplicaciones. Especialmente para aplicaciones de potencia, como cables, limitadores de corriente, transformadores, dispositivos magnéticos superconductores de almacenamiento de energía y máquinas rotativas.

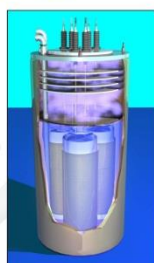
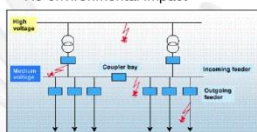
Una serie de recientes prototipos de éxito han puesto de manifiesto la viabilidad y el mayor rendimiento de la tecnología superconductora en comparación con dispositivos y componentes convencionales.

En la conferencia se resumió el estado del arte de las diferentes aplicaciones HTS de energía, se dio una breve visión de los futuros retos y temas de I + D más importantes y se describió el potencial las aplicaciones de superconductividad para contribuir a la eficiencia del sistema eléctrico y, por tanto, a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, así como, los principales requisitos de los materiales. También se habló y discutió sobre el papel de la superconductividad en las redes inteligentes.

Además, se presentan y se discuten los principales requisitos de los materiales HTS requisitos materiales principales para las diferentes aplicaciones de la energía y las indicaciones sobre el papel de superconductores aplicación de potencia en redes eléctricas inteligentes serán presentados y discutidos.

### SUPERCONDUCTING FAULT CURRENT LIMITER MAIN ADVANTAGES

- **Effective Fault Current Limitation**
- **Transparency**
- **Passivity / self-triggered**
- **Fast reaction** (sub-cycle reaction)
- **Resettable**
- **No environmental impact**



### HTS CABLES



## Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas.

### Ponencia: “Nanotechnology: state-of-the art and perspectives”



**Gerard Tobias** es Licenciado en Química (Premio extraordinario) por la Universidad Autónoma de Barcelona (2000), Máster en Ciencia de los Materiales y Doctor por la UAB (2004) con mención europea. Durante la etapa predoctoral realizó estancias de investigación en Estados Unidos y Bélgica. Entre 2004-2009 trabajó en la Universidad de Oxford con un contrato Marie Curie. Terminada la etapa postdoctoral, en abril de 2009 se incorporó en el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB) como investigador Ramón y Cajal.

Desde Septiembre de 2009 es Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el ICMAB donde dirige la línea de investigación en “*Nanomateriales de Carbono y Nanoestructuras Inorgánicas*”. Actualmente trabaja en distintos proyectos de investigación en nanomateriales en estrecha colaboración con grupos de investigación y empresas a nivel internacional.



## NANOTECHNOLOGY: *state-of-the-art and perspectives*

**Gerard Tobias**

(gerard.tobias@icmab.es)



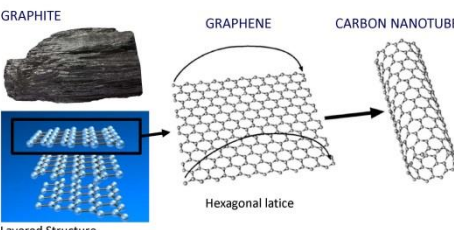
# Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas.

## Ponencia: "Nanotechnology: state-of-the art and perspectives"

Los nanomateriales han formado parte de nuestra sociedad a lo largo de siglos, pero no ha sido hasta recientemente que el término "nano" ha pasado a formar parte de nuestra vida cotidiana. Cuando hablamos de nanotecnología nos referimos a la manipulación de forma deliberada de la materia en una escala muy pequeña (un nanómetro es una millonésima parte de un milímetro). Al adentrarnos a la escala nanométrica, materiales convencionales nos sorprenden con nuevas propiedades expandiendo de esta forma su uso y posibles aplicaciones. La nanotecnología nos ofrece un nuevo enfoque para resolver retos de interés para la sociedad, pero para ello es necesario que químicos, físicos, ingenieros y biólogos unan esfuerzos en esta área interdisciplinar. ¿Es realmente la nanotecnología la nueva revolución industrial del siglo XXI? En esta charla discutiremos distintos aspectos de la nanotecnología, tanto a nivel fundamental como de aplicaciones, con especial énfasis en el sector energético.

**NANOTECHNOLOGY – Nanomaterials**

**Graphene - Carbon Nanomaterials**




GRAPHITE  
 Layered Structure

GRAPHENE  
 Hexagonal lattice


CARBON NANOTUBE

**APPLICATIONS**

**Clothes**



Antibacterial  
 AgActive - Antibacterial  
 Super-hydrophobic




Science 309, 1215, 2005

Nanocomp Technologies Inc. has stopped 9 mm bullets with CNT fibers  
 (Research supported by the USA army)

**APPLICATIONS**

**Nanoelectronics**



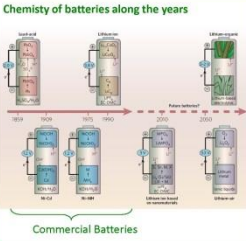
Lighter and more resistant than silicon-based devices  
 Nature 454, 495, 2008

Flexible displays  
 Miniaturization of computer chips (2016 - 22nm)

**ENERGY APPLICATIONS – 4. Storage**

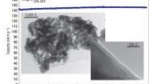
**Electrical Energy – Batteries**

**Chemistry of batteries along the years**



Commercial Batteries


**Sony 2005 Nexelion**  
 Graphite anode replaced by tin nanoparticles coated with amorphous carbon ⇒ Higher capacity  
 LiFePO<sub>4</sub> (nanostructured cathode)  
 → In bulk – isolating material  
 → Nanoparticles covered with carbon  
 – new generation of batteries –



**ENERGY APPLICATIONS – 1. Sources**

**Regenerative – Photovoltaics**

Roll to roll - large production process of polymer solar cells



# Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas.



## MESA REDONDA: Nuevos materiales y tecnologías en redes eléctricas



**D. Joan I. Frau Valenti.**

Responsable de Planificación de la Red de Endesa en Baleares



**Dña. Cristina Gómez.**  
Red Eléctrica de España



**D. Santiago Cascante Nogales**

Responsable de Tecnología e Innovación, Endesa



**D. Luciano Martini**

Ricerca sul Sistema Energetico



**D. Gerard Tobias**  
Instituto de Ciencias de los  
Materiales de Barcelona.  
CSIC

# Seminarios

- ❑ D. Guillermo Nicolau González. “Aplicaciones de relés de protección en redes AT”
- ❑ D. Ali Abur. “Use of Synchronized Phasors in State Estimation and its Satellite Functions”.
- ❑ D. Alfonso Vargas Vázquez. “Energías Renovables. Aspectos administrativos y jurídicos-económicos”.
- ❑ D. Javier Alonso Pérez. “Gestión de la Energía en el mercado eléctrico español”.
- ❑ D. Juan Miguel González Provost. “Sistemas de Operación de Distribución: Evolución histórica en Endesa”.
- ❑ D. Lamine Mili. “Resilient and Sustainable Electric Power and Communications Infrastructures”.
- ❑ D. Florin Capitanescu. “On voltage and thermal constraints management in active distribution systems”.
- ❑ D. Francisco González-Longatt. “Moving Towards Future Electrical Systems: Multi-Terminal HVDC + Wind Power”.
- ❑ D. Gregor P. Henze. “Optimizing building operations in the presence of occupant-driven uncertainty and grid feedback”.



# Seminarios

Dr. Guillermo Nicolau González.  
Aplicaciones de relés de protección en  
redes AT

20-02-2013



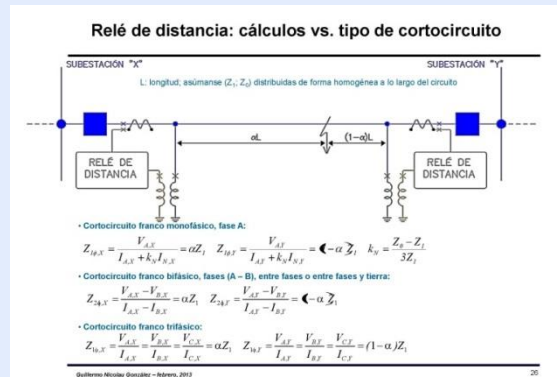
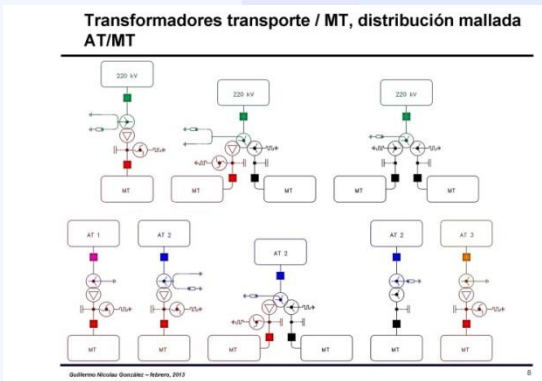


# Aplicaciones de relés de protección en redes AT



**Dr. Guillermo Nicolau González**

- Responsable Automatización de Red, ENDESA Distribución Eléctrica
- Doctor en ingeniería por la Universidad Ramon Llull (4/7/2012)
- Actividades docentes en curso / realizadas:
  - Profesor Máster Tecnología Eléctrica, curso 2012 – 2013. ICAI, Universidad Pontificia Comillas.
  - Profesor Máster Comunicaciones para Gestión de la Energía, curso 2012 – 2013. Ingeniería y Arquitectura
  - “La Salle”, Universidad Ramon Llull.
  - Profesor – Director curso post grado Sistemas Eléctricos de Potencia, curso 2009 – 2010. Ingeniería y Arquitectura “La Salle”, Universidad Ramon Llull.



La exposición se centra en una descripción de los principales sistemas de protección en redes de distribución AT malladas, conectadas por un lado con la red de transporte y por otro las redes de distribución MT. En una primera parte se describen las topologías existentes en las redes AT (tipos de interconexiones con transporte y MT), los tipos de transformadores y los regímenes de puesta a tierra del neutro.

En la siguiente parte se plantea el postulado principal en el diseño de protecciones: “Detección y eliminación del cortocircuito, en el mínimo tiempo posible, desconectando exclusivamente los interruptores más cercanos que energicen el defecto”. Teniendo presente este postulado se describen diferentes protecciones: la protección diferencial de línea, de barra simple, de doble barra con acoplamiento transversal, de transformador (numérica y no numérica), la protección de distancia, la protección de neutro direccional, la protección contra fallo de interruptor.

En la tercera parte se muestran esquemas tipo de protecciones en diferentes posiciones de la subestación: posición de línea, posición de transformador y posición de barras.

La última parte se dedica a describir las principales pautas en cuanto a coordinación se refiere, explicándose los nuevos márgenes de coordinación en redes malladas y distinguiendo las protecciones principales de las de apoyo.





# Seminarios

Dr. Ali Abur.  
Use of Synchronized Phasors in State  
Estimation and its Satellite Functions

08-05-2013



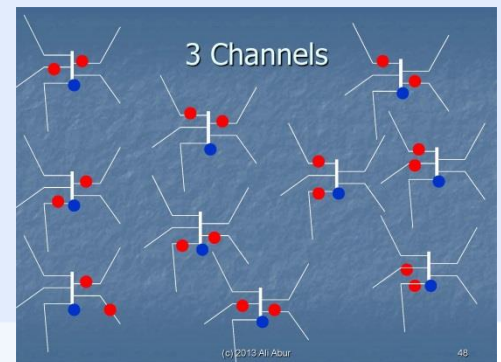
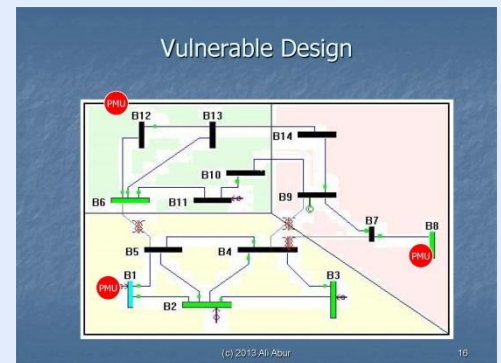
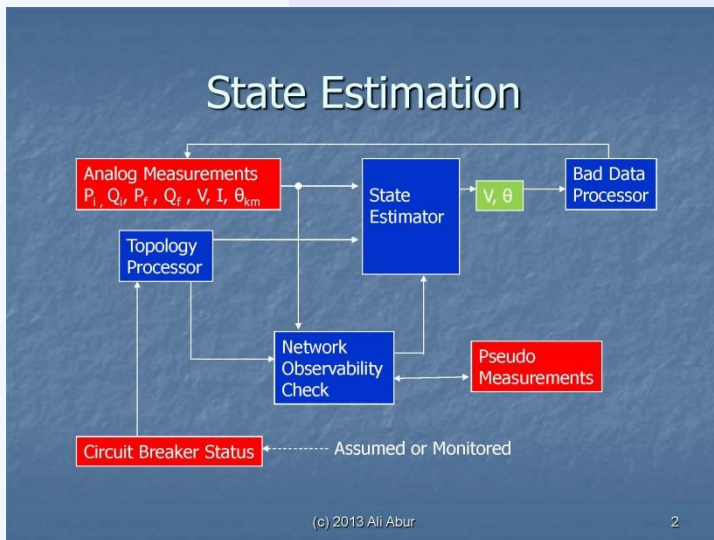


# Use of Synchronized Phasors in State Estimation and its Satellite Functions



**Dr. Ali Abur**

**Ali Abur** (Fellow, IEEE) received the B.S. degree from *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara, Turkey, in 1979 and the M.S. and Ph.D. degrees from the Ohio State University, Columbus, in 1981 and 1985, respectively. He was a Professor at Texas A&M University until November 2005 when he joined the faculty of Northeastern University, Boston, MA, as a Professor and Chair of the Electrical and Computer Engineering Department. He coauthored the book *Power System State Estimation: Theory and Implementation* (New York: Marcel Dekker, 2004), contributed to several book chapters, and published widely in IEEE journals and conferences. His research and educational activities have been in the area of power systems. Dr. Abur is a Fellow of the IEEE for his work on power system state estimation. He serves on the Editorial Board of the IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS and POWER ENGINEERING LETTERS. He is an IEEE/PES Distinguished Lecturer.



El seminario del Profesor Abur fue impartido mediante técnicas de videoconferencia desde Boston. Los alumnos pudieron disfrutar de su experiencia y de este interesante tema sin que el profesor tuviera que desplazarse, lo que seguramente hubiera hecho casi imposible este seminario.



# Seminarios

D. Alfonso Vargas Vázquez.  
Energías Renovables.  
Aspectos administrativos y jurídicos-  
económicos

14-05-2013





# Energías Renovables. Aspectos administrativos y jurídicos-económicos



**D. Alfonso Vargas Vázquez**

Ingeniero Industrial (especialidad Eléctrica) por la Universidad de Sevilla (1991). Los primeros años de su carrera profesional los pasó en la empresa ACD, filial de SAINCO (grupo Abengoa). Desde 1990 hasta 1993, se dedicó a la creación de aplicaciones para la gestión de sistemas eléctricos de potencia: SCADAs, Repartos de carga, AGC, etc. En 1993 comenzó a trabajar en el grupo Sevillana (actualmente Enel-Endesa) donde continúa hoy en día. Los primeros años los dedicó a la gestión de proyectos de investigación relacionados con el campo de la distribución eléctrica: calidad de la señal, optimización de líneas eléctricas, sistemas GIS, etc. Posteriormente, se fue encargando de proyectos de ingeniería del mismo campo, sobre todo líneas eléctricas y subestaciones, comenzando a finales de los 90 con centrales de generación, básicamente parques eólicos e instalaciones de cogeneración.

En el año 2000 se incorpora a la recién creada Endesa Cogeneración y Renovables, donde realiza funciones dentro de la Dirección de Mercado, primero a nivel local (Andalucía) y posteriormente integrando el staff técnico de la Dirección, participando, entre otras muchas cosas, en el análisis y desarrollo de las propuestas de inversión del grupo Endesa para las centrales de energías renovables y cogeneración. En el año 2003 es nombrado Gerente de Proyectos Eólicos Valencianos para desarrollar la potencia adjudicada al grupo en el concurso eólico de la Comunidad Valenciana. Hasta el año 2010 es el responsable del desarrollo, construcción y explotación de 11 parques que suman más de 350 MW.

A finales de 2010 se incorpora a su actual puesto, ya dentro de la organización del grupo Enel, siendo nombrado Responsable de Desarrollo de Negocio para Andalucía, Extremadura y Canarias de Enel Green Power España.

Durante todo este tiempo ha participado como profesor y ponente en numerosos seminarios y Masters (EOI, Instituto de Tecnología Eléctrica de Valencia). Actualmente es vicepresidente de la Asociación de Promotores de Energías Renovables de Andalucía (APREAN), miembro del patronato del Centro Andaluz de Tecnologías Renovables (CTAER) y consejero en numerosas sociedades del grupo EGP.

**ENERGIA EOLICA. Procedimiento Administrativo**

Ejemplo. Plan Eólico de la Comunidad Valenciana

- PLAN EOLICO (2001)
- Inicio Tramitación (2003)
- Puesta en Marcha (2008)

- Decreto 88/2005
- Ley Urbanística Valenciana
- Ley de Suelo no Urbanizable
- Ley de Ordenación del Territorio
- Ley 2/2006 PC y CA
- Ley 1/2008 EA
- RD 436/2004 Régimen Especial
- RD 661/2007 Régimen Especial
- Ley Patrimonio (2004 y 2007)
- P.O. 3.7-12.1-12.2-12.3-14.8 ...
- Otras normativas

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Ingeniería Eléctrica

**Energías Renovables**  
Aspectos administrativos y jurídico-económicos

**Caso Práctico. Energía Eólica**  
Fecha: 14 de mayo de 2013

Alfonso Vargas Vázquez  
Director de Desarrollo de Negocio-Andalucía, Extremadura y Canarias  
Enel Green Power España





# Seminarios

D. Javier Alonso Pérez  
Gestión de la Energía en el mercado  
eléctrico español

12-06-2013





# Gestión de la Energía en el mercado eléctrico español



**D. Javier Alonso Pérez**

Director de Movimiento de Energía. Endesa

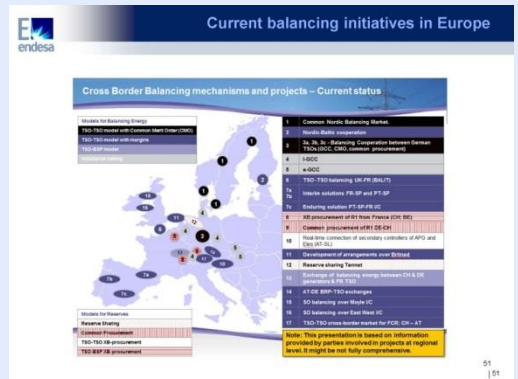
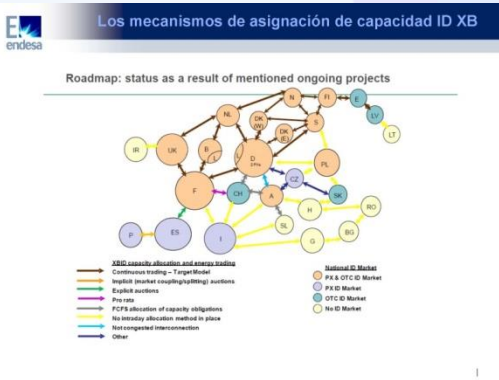
Nacido en Sevilla, España, en 1967. Ingeniero Industrial Eléctrico por la Universidad de Sevilla en 1991 y licenciado en Económicas por la UNED en 1997. Estudios de postgrado en gestión de empresas en IESE y Harvard.

Trabajó para Andersen Consulting durante cuatro años. En 1995 entra en la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico (hoy Comisión Nacional de la Energía) y en Endesa en 1997.

El 7 de diciembre de 1999 se constituye Gieda Energii, la sociedad rectora del mercado mayorista eléctrico en Polonia y es nombrado presidente ejecutivo. Tras la puesta en marcha del mercado polaco, en septiembre vuelve a Endesa como Director de Movimientos de Energía, cargo que ocupa en la actualidad.

Sus áreas de responsabilidad incluyen la programación de la generación para España y Portugal, la contratación en los mercados spot y la operación del Centro de Gestión de Energía.

Participa en diversos foros y asociaciones europeas sobre integración de mercados. Ha publicado varios artículos sobre aspectos técnicos y de regulación del mercado español.





# Seminarios

D. Juan Miguel González Provost

Sistemas de Operación de Distribución:  
Evolución histórica en Endesa

19-06-2013





# Sistemas de Operación de Distribución: Evolución histórica en Endesa




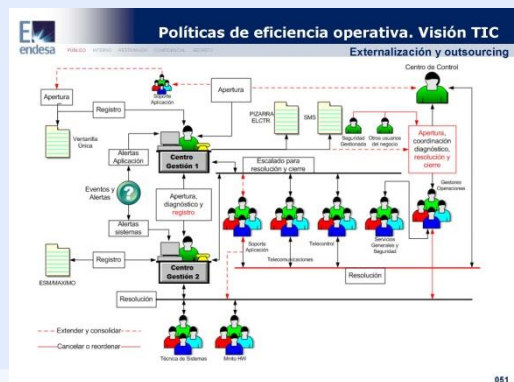
**D. Juan Miguel González Provost**

**D. Juan Miguel González Provost.** Ingeniero Industrial en ingeniería eléctrica por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla (ETSIIS, 1982). En 1982 se incorpora a la explotación de Central Nuclear de Valdecaballeros (Cía Sevillana de Electricidad e Hidroeléctrica Española) como responsable del área de Instrumentación y Control, participando en la puesta en marcha de Cofrentes y Vandellós II. En 1988 entra en Sevillana de Electricidad, ahora integrada en Endesa, para el proyecto de renovación del despacho de maniobras, inicialmente como integrador de sistemas y posteriormente para soporte a las aplicaciones de análisis de red. En el 2000 pasa a Endesa Servicios donde desarrolla diferentes funciones ligadas a los sistemas de control SCADA, EMS y DMS para generación, distribución, mercado y renovables, fundamentalmente en España: consultoría, proyectos y operaciones IT. Actualmente forma parte de la Dirección de Operación de Endesa Distribución.



PUBLICO INTERNO RESTRINGIDO CONFIDENCIAL SECRETO

## Sistemas de Operación de Distribución: Evolución histórica en Endesa





# Seminarios

D. Lamine Mili

Resilient and Sustainable Electric Power  
and Communications Infrastructures

10-09-2013





# Resilient and Sustainable Electric Power and Communications Infrastructures



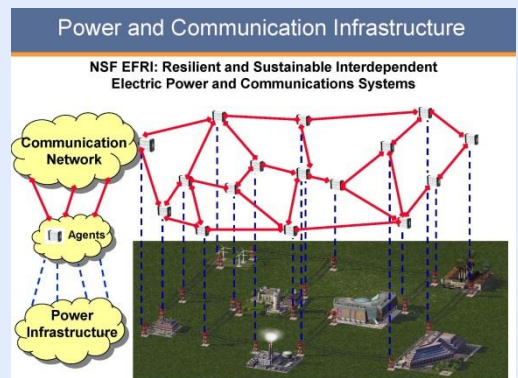
**D. Lamine Mili**

**Professor Lamine Mili** es ingeniero por el “Swiss Federal Institute of Technology”, Lausanne, en 1976 y es doctor por la Universidad de Lieja, Bélgica en 1987. Actualmente es profesor en el departamento Bradley de Ingeniería Eléctrica y jefe de estudios en el *Northern Virginia Center* de la universidad *Virginia Tech*. Ha trabajado en el departamento de planificación de STEG (Sociedad Tunecina de Electricidad y Gas) desde 1976 hasta 1981. El Dr. Mili es cofundador y coeditor de la “International Journal of Critical Infrastructures”. Sus áreas de interés son la gestión de riesgos en redes complejas ante fallos debidos a todo tipo de catástrofes, mejora de la resiliencia y sostenibilidad de sistemas eléctricos y de comunicaciones acoplados entre sí, control distribuido y coordinado de sistemas de gran dimension, teoría de la bifurcación aplicada a sistemas eléctricos de potencia y estadística robusta aplicada a procesamiento de señal.

NSF EFRI Grant 0835879

**Resilient and Sustainable Electric Power and Communications Infrastructures**

**Lamine Mili**  
 Bradley Department of Electrical and Computer Engineering  
 Virginia Tech, Northern Virginia Center  
 Falls Church, VA 22043, USA



Las mejoras en la electrónica de potencia, en la computación y en las comunicaciones han abierto el camino para la monitorización, el control y la protección de las infraestructuras críticas. Por ejemplo, el bajo coste de los sensores y actuadores junto con las comunicaciones inalámbricas (*wifi*) hacen posible el desarrollo de una nueva forma de control basado en multiagentes.

Si a lo anterior se añade la capacidad de tomar decisiones conjuntas dirigidas hacia un objetivo común, es posible generar nuevas estrategias de control con propiedades emergentes no esperadas hasta ahora. Otro nivel de complejidad se alcanza si el objetivo común se define por los propios agentes como respuesta a un entorno que evolucione de modo inesperado. En este seminario definiremos los conceptos de robustez, resiliencia y sostenibilidad aplicados a infraestructuras críticas y describiremos una futura agenda de investigación que promueva un cambio de paradigma en la interacción entre los sistemas eléctricos y de comunicaciones mediante tecnologías multiagente, microrredes y dispositivos de electrónica de potencia. Además, al contrario del sentido que se da a los conceptos de robustez y resiliencia en otras áreas como ecología o sistemas complejos naturales, de modo que ambos son inclusivos entre sí (la robustez implica resiliencia y viceversa), sostenemos que para sistemas diseñados por el hombre, como las infraestructuras, ambos conceptos tienen sentido propio e independiente, teniendo cada uno su propia repercusión en la fase de diseño/planificación. La robustez de un sistema frente a un determinado tipo de perturbaciones se define como la capacidad para mantenerse más o menos operativo frente a dichas perturbaciones. Por contra, la resiliencia frente a perturbaciones extremas es la capacidad para (i) autoreducir de un modo seguro su operatividad frente a perturbaciones de este tipo y (ii) recuperarse rápidamente una vez que la perturbación ha pasado.



# Seminarios

## Florin Capitanescu On voltage and thermal constraints management in active distribution systems

27-09-2013





# On voltage and thermal constraints management in active distribution systems



**D. Florin Capitanescu**



Ingeniero Eléctrico por la Unviersidad de Bucarest, 1997, y Dr. en Ciencias Aplicada por la Universidad de Liege desde 2003. Ha publicado más de 44 artículos en revistas de impacto y en conferencias específicas del área de los sistemas de potencia (Índice H=12 según google scholar), además de poseer una dilatada experiencia como investigador en proyectos de I+D+i financiados por la Unión Europea, Bélgica, Luxemburgo y empresas privadas del sector. Actualmente es investigador asociado del centro *Interdisciplinary Centre for Security, Reliability, and Trust (SnT)* de la Universidad de Luxemburgo en Bélgica, universidad a la que está ligado desde hace más de 10 años.

Sus líneas principales de interés e investigación son la planificación de sistemas eléctricos de potencia, su control y operación en tiempo real, flujos de cargas óptimos con restricciones de red, análisis de la seguridad, estabilidad de tensiones y redes inteligentes

*On voltage and thermal constraints management in active distribution systems*

Florin Capitanescu

Research associate  
Interdisciplinary Centre for Security, Reliability, and Trust (SnT)  
University of Luxembourg

University of Sevilla  
27 September 2013

**SnT**  
securityandtrust.lu

Florin Capitanescu Voltage/thermal constraints management (1 / 33)

Remaining constraints

$$l_{ij}^2 \leq (I_{ij}^{\max})^2, ij \in L \setminus S,$$

$$l_{ij}^2 \leq K_i(1 - s_{ij}) + s_{ij}(I_{ij}^{\max})^2, ij \in S,$$

$$l_{ij}^2 = (g_{ij}^2 + b_{ij}^2) [e_i^2 + f_i^2 + e_j^2 + f_j^2 - 2(e_i e_j + f_i f_j)]$$

$$V_{i \min}^2 - \delta_{i1} \leq e_i^2 + f_i^2 \leq V_{i \max}^2 + \delta_{2i},$$

$$\sum_{ij \in S} s_{ij} = \sum_{ij \in S} s_{ij}^0$$

$$\sum_{ij \in S} |s_{ij} - s_{ij}^0| \leq \Delta S_{sw}$$

$$\sum_{ij \in T} |t_{ij} - t_{ij}^0| \leq \Delta T_{sw}$$

$$\sum_{i \in B} |p_{shi} - p_{shi}^0| \leq \Delta P_{sw}$$

Florin Capitanescu Voltage/thermal constraints management (24 / 33)

Es bien aceptado que el concepto de red inteligente incide de forma más directa a nivel de la red de distribución, ya que los mayores cambios tecnológicos y los márgenes de mejora más notables residen fundamentalmente en estos niveles de tensión. Uno de los retos a los que se enfrenta esta red inteligente es a la máxima integración de energía distribuida en la red, sin que se produzcan problemas de sobretensiones y/o sobrecargas, situación común si la red de distribución se planifica y explota de una forma pasiva como se ha venido haciendo hasta hace relativamente poco. El estudio de investigación que se presenta pone de manifiesto como la gestión activa de todos los elementos controlables presentes en el sistema puede conseguir aumentar la penetración de renovables minimizando el corte de generación de activa producida por los GDs presentes en el sistema. Para ello se presentan los resultados obtenidos con un análisis exhaustivo y riguroso del problema a resolver, considerando todos los elementos de control presentes: transformadores con cambiadores de toma bajo carga en las subestaciones de alta a media tensión, elementos compensadores de reactivo disponibles en la red, capacidades de control de reactiva y activa de los generadores y a posibilidad de conexión/desconexión de los mismos, así como la utilización de los elementos de conexión telemandados que permiten reconfigurar la estructura topológica de la red de media tensión. Se incorporan además al problema criterios de operación realistas como puede ser el tener en cuenta el número máximo de movimientos en los cambios de posición de las tomas de los transformadores o si se permite o no la conexión/desconexión de generadores, maniobras máximos en interruptores telemandados, etc. Los resultados ponen de manifiesto el interés del problema en cuanto a su enfoque, alineado totalmente con el concepto de red inteligente, y la capacidad de ejecutar la solución propuesta en tiempo real a sistemas de dimensiones realistas.





# Seminarios

D. Francisco González-Longatt.

Moving Towards Future Electrical  
Systems: Multi-Terminal HVDC +  
Wind Power

25-28-11-2013



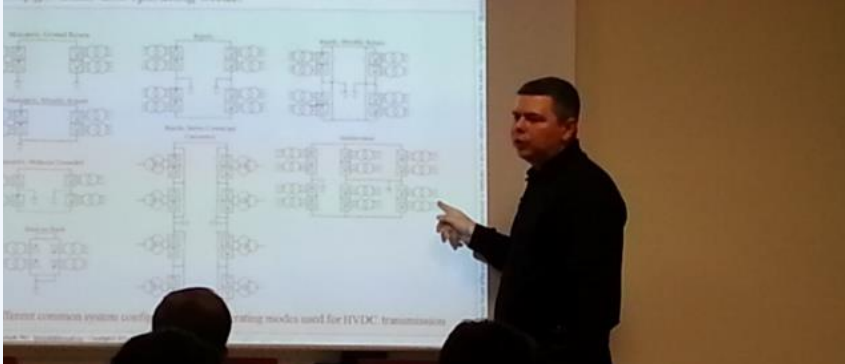


## Moving Towards Future Electrical Systems: Multi-Terminal HVDC + Wind Power

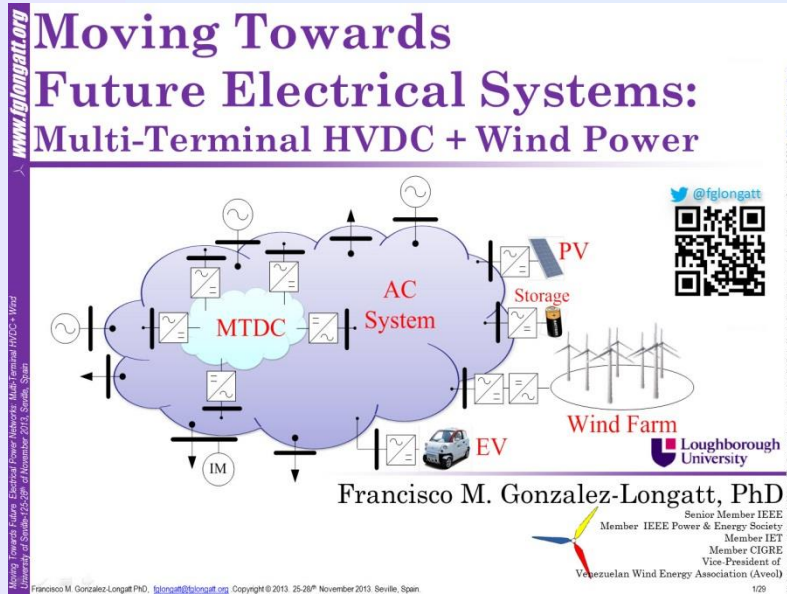


**Dr. Francisco González-Longatt**

Francisco M. González-Longatt nació en Cagua, Venezuela en 1972. Se graduó en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela en 1994. Obtuvo el título de máster en Administración de Empresas por la Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela en 1999 y se doctoró en 2008 en la Universidad Central de Venezuela. Su principal área de interés es la integración de energías renovables de fuentes intermitentes en redes inteligentes, centrándose en su comportamiento dinámico. Ha estado como profesor asociado en el departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional Politécnico de la Fuerza Armada Nacional en Venezuela. En 2011 estuvo vinculado con la Universidad de Manchester como investigador postdoctoral en la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Tras un período como profesor de ingeniería eléctrica en la Universidad de Coventry, actualmente está como profesor en el Departamento de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y de Sistemas en la Universidad de Loughborough, Reino Unido.



# Moving Towards Future Electrical Systems: Multi-Terminal HVDC + Wind Power

**Moving Towards Future Electrical Systems: Multi-Terminal HVDC + Wind Power**

Francisco M. Gonzalez-Longatt, PhD  
 Senior Member IEEE  
 Member IEEE Power & Energy Society  
 Member IET  
 Member CIGRE  
 Vice-President of Venezuelan Wind Energy Association (Aveec)

Los retos futuros de los sistemas eléctricos de potencia son:

- (i) Una elevada penetración de energía renovable conectados a la red mediante convertidores.
- (ii) Los nuevos sistemas de almacenamiento, donde algunos de ellos utilizan como interface con la red convertidores.
- (iii) El sistema eléctrico europeo interconectado propiciará la integración a gran escala de fuentes de energía renovables, así como una distribución más equilibrada de las cargas gracias a los enlaces de continua en alta tensión (HVDC).

Todos estos retos tienen un lemeneto en común, los convertidores de potencia que desacoplan las nuevas fuentes de energía del sistema de potencia pre-existente. La respuesta en frecuencia del sistema puede verse afectada negativamente con consecuencias devastadoras para la seguridad y fiabilidad del sistema.

El objetivo del seminario es presentar los aspectos fundamentales sobre el control de la frecuencia de un sistema y los nuevos esquemas de respuesta inercial de los futuros sistemas eléctricos. El seminario se centra en dos aspectos fundamentales de los sistemas eléctricos futuros:

- (a) High Voltage DC (HVDC)
- (b) La integración de energía eólica y su implicación sobre el control de frecuencia.

El seminario se centra en el caso del Reino Unido en lugar de desarrollar un caso genérico.

# Seminarios

Gregor P. Henze

Optimizing building operations in the  
presence of occupant-driven uncertainty  
and grid feedback

08-01-2014





# On voltage and thermal constraints management in active distribution systems



**D. Gregor P. Henze**

El Dr. **Gregor P. Henze** es ingeniero mecánico profesional registrado y profesor de ingeniería de la edificación en la Universidad de Colorado, donde imparte docencia en transmisión de calor, diseño de sistemas mecánicos, sistemas de control y automatización en edificios, sistemas solares avanzados, análisis de datos energéticos y diseño sostenible de edificios. Sus líneas de investigación incluyen control óptimo predictivo, basado en el modelo, de sistemas de energía en edificios y de masas térmicas en edificios, estrategias de control en edificios con ventilación mixta natural-forzada, estimación de la incertidumbre en el comportamiento de los ocupantes de un edificio y su impacto, detección de la ocupación mediante redes de sensores distribuidos, así como la integración de la operación de sistemas de energía locales en la red de distribución.

El professor Henze posee el certificado de profesional en el diseño de edificaciones avanzadas (HBDP), miembro activo de ASHRAE, editor asociado de la revista *Journal of Solar Energy Engineering* perteneciente a ASME, *fellow* del *Renewable and Sustainable Energy Institute*, así como cofundador y científico jefe de la empresa Coefficient, Inc.

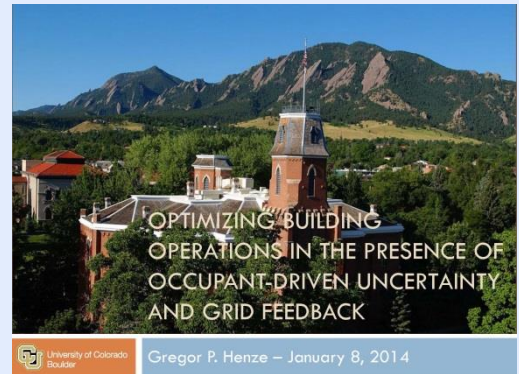


# On voltage and thermal constraints management in active distribution systems



Esta charla describe el trabajo que se desarrolla actualmente en la Universidad de Colorado, relacionado con edificios avanzados e integración de la microgeneración en la red eléctrica.

a) **Control óptimo estocástico de edificios con ventilación natural-forzada considerando la incertidumbre debida a la ocupación.** En la primera parte de la charla se presenta una metodología para determinar las reglas de control viable en edificaciones comerciales que tienen en cuenta la incertidumbre debida a la ocupación. La metodología se divide en tres pasos; primero, control predictivo *offline* basado en modelo estocástico (SMPC). Este control emplea modelos detallados del edificio para determinar la programación de los puntos de control. En la segunda parte, los resultados del paso anterior se usan como entrada de un algoritmo de aprendizaje automático para extraer reglas, en concreto un árbol de clasificación y regression (CART). En tercer lugar, los resultados del modelo CART se refinan y transforma en código compatible con el sistema de automatización del edificio (BAS). Un conjunto representativo de resultados se presenta a modo de ilustración.



b) **Control predictivo basado en el modelo de sistemas distribuidos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) domésticos.** En la segunda parte nos centramos en el control de edificios residenciales. En los últimos años pasarelas de internet y termostatos inteligentes se han convertido en la tecnología estándar en el campo de la gestión de la demanda (DSM) a través de programas de respuesta a la demanda (DR) promovidos por las eléctricas. Al mismo tiempo, la capacidad de computación de estos dispositivos ha mejorado hasta tal punto que son capaces de aprender cómo son las características físicas de una casa y realizar complejas simulaciones de energía. A corto plazo, estos dispositivos pueden reemplazar la DR tradicional de dispositivos HVAC por una red distribuida de sistemas de optimización y predicción de carga mediante técnicas de control predictivo basado en el modelo. Comentamos un entorno de simulación que acopla software de modelado de redes eléctricas con agentes MPC (*Model Predictive Control*) residenciales, basados en modelos de caja gris inversa, que responden a las señales de la red y optimizan su operación de modo que se alcance un objetivo concreto en el ámbito de la red. Se comentarán resultados iniciales relativos al impacto en la operación y estabilidad de la red.

c) **Integración en red de centros comerciales.** Los nuevos avances en redes inteligentes ha abierto la posibilidad de que los centros comerciales sean participantes activos en las operaciones diarias de la red. Gestionando activamente la carga eléctrica en respuesta a los precios en tiempo real permite a los edificios reducir los gastos de operación y funcionamiento a la que se reduce la congestión en la red mediante el desplazamiento en el tiempo de la punta de consumo. La flexibilidad de la demanda puede también suministrar servicios complementarios, como regulación en frecuencia o reserva rodante, resultando en una operación de la red más eficiente y en oportunidades de negocio para los consumidores. El trabajo que se presenta busca desarrollar métodos para determinar estrategias de control óptimas en edificios comerciales que incluya la posibilidad de participar en los mercados de energía y servicios complementarios. Un punto de vista colaborativo se adopta también para explorar los efectos sinérgicos de la optimización de un conjunto de edificios comerciales.

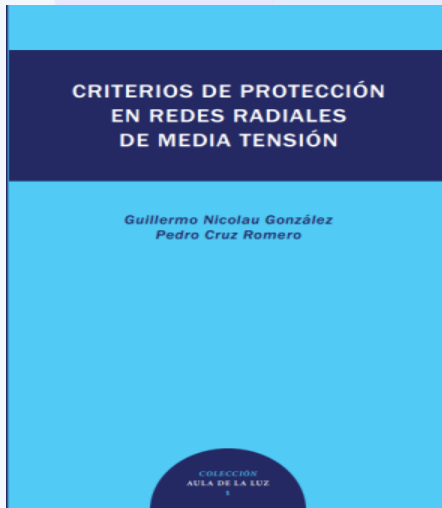


# Aula de la Luz

## Monografías



# Libro: Criterios de protección en redes radiales de media tensión



- Guillermo Nicolau González. Responsable Automatización de Red, ENDESA Distribución Eléctrica
- Pedro Cruz Romero. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la universidad de Sevilla.

En 2013 se ha publicado el primer volumen de la colección “Aula de la Luz”, un conjunto de monografías técnicas cuyo objetivo es complementar la bibliografía disponible en los circuitos comerciales, cubriendo nichos específicos de conocimiento no adecuadamente abordados, o bien aportando un enfoque más aplicado del que a veces carecen los libros de texto al uso.

Este libro tiene como objetivo principal servir de guía a los ingenieros de protecciones en las compañías eléctricas de distribución en la difícil y comprometida tarea de ajustar los relés de protección en redes radiales de media tensión.

Escrito por dos expertos en la materia (tanto del mundo de las distribuidoras como del universitario), incluye un detallado análisis matemático de los criterios de ajuste de las funciones de protección empleadas en dichas redes (51F, 50F, 51F+51TD, 51N, 51N+51N,TD y 67N), tanto con neutro impedante como aislado (no se incluye el neutro resonante).

Además se discute en un capítulo específico el problema de las faltas muy impedantes y su detección. Los apéndices aclaratorios permiten que el lector pueda reproducir la mayoría de las fórmulas obtenidas en caso de defectos asimétricos, tema algo árido para los nuevos ingenieros.

## Índice de contenido:

1. Perfiles básicos de red radial, MT
2. Recomendaciones TT/I
3. Función 51F
4. Función 50F
5. Característica combinada 51F+51TD
6. Función 51N
7. Característica combinada 51N+51N,TD.
8. Función 67N, redes a neutro aislado
9. Faltas a tierra muy resistivas
10. Prontuario

Apéndice A: faltas monofásicas a tierra, red MT

Apéndice B: desequilibrio serie, red MT



# Premio Proyecto Fin de Carrera 2013

- ❑ Carlos Domínguez Sánchez-Arjona. “Control Jerárquico de Potencias en Microrredes Aisladas”



## Control Jerárquico de Potencias en Microrredes Aisladas



El desarrollo de las energías renovables y los sistemas de conexión a red, así como las subvenciones que en diversas regiones estimulan la instalación de estos dispositivos han llevado a la proliferación de pequeños generadores de energía eléctrica conectados en niveles de baja y media tensión.

Estos microgeneradores pueden estar en viviendas, comercios o pequeñas industrias y servir para abastecer parte de la demanda de estos usuarios. Una posibilidad, actualmente en estudio, es la de asumir que estas fuentes de energía son un pequeño sistema eléctrico en su conjunto que podría funcionar incluso aislado del resto del sistema.

Para que esto sea posible, es necesario estudiar los requisitos técnicos que deben cumplirse y que aseguren un funcionamiento estable y seguro. Uno de estos requisitos es el mantenimiento de las características nominales de la tensión (valor eficaz y frecuencia) dentro de unos límites determinados. Cuando la microrred está aislada del sistema, no cuenta con la referencia de frecuencia y tensión generada por las máquinas síncronas. Esto conlleva la dificultad de asumir el control de estos parámetros usando los dispositivos de conexión a red de los microgeneradores, normalmente convertidores en fuente de tensión (VSC).

Este proyecto resume las principales tecnologías empleadas en los microgeneradores y las características principales de los VSC que los conectan a la red. A continuación se hace un estudio de los tipos de control que pueden establecerse para el mantenimiento de la frecuencia y la tensión, particularizado al caso de una microrred aislada.

Se demuestra, a partir de resultados de simulación en Matlab, sobre una pequeña red de prueba, que el llamado control de la pendiente es capaz de mantener las tensiones y frecuencias de la microrred en valores adecuados en distintas situaciones y cargas.



La Madre de Carlos Domínguez recibe el premio de manos de **D. Ángel Arcos Vargas**, Vicepresidente de Distribución de Endesa.





# Trabajo Fin de Máster

## 2013

- ❑ Pablo Pacheco Ramos. “Optimización del diseño de grandes transformadores de potencia incluyendo aspectos colaborativos y medioambientales”
- ❑ Javier Leiva Rojo. “Análisis regulatorio, técnico y económico de los sistemas de medida inteligente”.



# Trabajo Fin de Máster 2013



Ángel Arcos Vargas hizo entrega de los Premios Cátedra ENDESA a los mejores Trabajos Fin de Master para Pablo Pacheco Ramos por el Trabajo titulado "Optimización del diseño de grandes transformadores de potencia incluyendo aspectos colaborativos y medioambientales" y Javier Leiva Rojo por el Trabajo titulado "Análisis regulatorio, técnico y económico de los sistemas de medida inteligente".

# Optimización del Diseño de Grandes Transformadores de Potencia Incluyendo Aspectos Colaborativos y Medioambientales



En el Trabajo se presenta un estudio de cómo las prescripciones normativas condicionan el uso de materiales, en el diseño de transformadores, y el uso de la energía en forma de pérdidas y consumos en elementos auxiliares (especialmente en la refrigeración) durante su operación a lo largo de toda su vida útil en servicio. Sin embargo, en ocasiones se presentan casos particulares para los que las condiciones de diseño generales resultan demasiado exigentes o no se adaptan correctamente a las condiciones reales de funcionamiento de los transformadores.

En estos casos, el cumplimiento estricto de las recomendaciones normativas obliga a incurrir en sobrecostes, tanto de inversión como de explotación. Como consecuencia, en este tipo de casos es conveniente adaptar las recomendaciones normativas para obtener niveles de eficiencia energética y económica acordes a las condiciones reales de funcionamiento del caso. En este trabajo se analizan tres casos de diseño optimizado de transformadores acorazados de potencia para tres aplicaciones concretas.

En el primer caso se ha llevado a cabo una mejora de la esperanza de vida para un tipo de autotransformador monofásico acorazado, fabricado para Red Eléctrica de España-REE. El estudio ha consistido la realización de dos diseños alternativos al diseño del transformador convencional, con el fin de realizar una comparativa que permita establecer una mejor solución en cuanto a reducción de pérdida de vida de la máquina y del coste total del ciclo de vida del transformador. Para la mejora de la esperanza de vida, se ha llevado planteado un balance térmico entre los devanados para la posición de trabajo más común del cambiador de tomas del arrollamiento de AT. Cada diseño alternativo ha sido evaluado ante las condiciones reales de funcionamiento que experimenta la unidad actualmente en servicio, determinándose en cada caso las distintas temperaturas de trabajo de los puntos más calientes.

El segundo caso ha consistido en la optimización del equipo de refrigeración para un autotransformador de Iberdrola con severas restricciones en los niveles de ruido máximos admisible. Las principales diferencias entre los tres diseños planteados corresponden a la distribución de etapas de refrigeración, así como al tipo de ventilador utilizado en cada caso y al número de radiadores y motobombas empleadas. Los tres diseños se han desarrollado para todos los escenarios posibles de carga y de posición del cambiador de tomas de alta tensión. Además de los niveles de ruido emitidos en cada caso, también se ha analizado el consumo auxiliar de potencia del equipo de refrigeración así como el coste total de operación a lo largo de la vida útil del transformador. El tercero de los diseños de equipo de refrigeración analizado resulta ser el óptimo para esta aplicación de bajo ruido, resultando ser también la de menor consumo auxiliar.

En el tercer caso se ha analizado la viabilidad de llevar a cabo transformadores acorazados compactos para subestaciones marítimas de plantas eólicas offshore. Para este tipo de aplicaciones, dado el elevado coste del área disponible en la plataforma marítima, se requieren unidades que presenten un área mínima en planta, así como un peso también reducido que reduzca el coste de la plataforma. Se han desarrollado de nuevo tres alternativas: un primer diseño convencional que ha servido de base comparativa, un segundo diseño compacto y finalmente un tercer diseño compacto con aislamiento de alta temperatura y dimensiones mínimas. El tercer diseño presenta un peso y dimensiones mínimas, pero a costa de un aumento de las pérdidas respecto al resto de alternativas. Por su parte, el coste total de operación es también el más elevado de los tres diseños, pero su reducido peso y dimensiones hacen que la opción compacta de aislamiento de alta temperatura sea la que ofrece un menor coste total de instalación y operación en conjunto (transformador+plataforma).

Indicar, por último, que el trabajo ha dado lugar una comunicación a congreso internacional A. Prieto, M. Cuesto, **P. Pacheco**, M. Oliva, L. Prieto, A. Fernández, L. Navarro, H. Gago, M. Burgos, “*Optimization of power transformers based on operatives services conditions for improved performance*”, 44th edition of the Council on Large Electric Systems - CIGRE Session, Paris, August 26 to 31, 2012.

## Análisis regulatorio, técnico y económico de los sistemas de medida inteligente



Este Trabajo se compone, fundamentalmente, de tres grandes partes. En la primera de ellas se recoge un análisis del marco regulatorio en el que se asienta la medida inteligente, que gira en torno a la disponibilidad de más información y cómo han de acotarse convenientemente las funcionalidades que se van a implementar y las responsabilidades de los diferentes agentes.

Por un lado, disponer de más información permitiría al usuario ser consciente del uso que hace de la energía, tomar decisiones para un consumo más eficiente y acceder más libre e informado a las diferentes opciones del mercado, para lo que la información habrá de estar en tiempo y forma adecuada para su aprovechamiento. Por otro lado, la información será un catalizador del mercado, que generará nuevas oportunidades de negocio para agentes presentes y de nueva creación, lo que redundará en la creación de valor, en la provisión de nuevos y mejores servicios y en una mayor eficiencia operativa y de costes. Por último, la nueva disponibilidad de información permitirá optimizar la operación, la planificación y el desarrollo de las redes eléctricas que, como infraestructuras elementales del suministro eléctrico, han de afrontar nuevos e inminentes retos y requerimientos para dar respuesta en condiciones de calidad, seguridad y sostenibilidad a las demandas que el usuario y los nuevos usos de la electricidad presentan.

La segunda parte, una vez recogido el marco regulatorio de aplicación, comprende una detallada descripción de las características técnicas más destacadas de los equipos de medida, de las infraestructuras de comunicaciones y de los sistemas de gestión de la información asociados a la medida inteligente. Queda recogido en este Trabajo, de esta forma, la vital importancia de las tecnologías de la información y la comunicación, de la seguridad y la integridad de los datos, y de la privacidad de los usuarios y de cualquier otro actor.

La tercera parte de este Trabajo de Fin de Máster presenta las directrices para el análisis económico de los sistemas de telegestión y telemedida. Si hay algo que une a todas las iniciativas de esta naturaleza es el alto volumen de inversión económica que precisan. Esta circunstancia, añadida a la menor vida útil de este tipo de infraestructuras en comparación con otros activos de las redes eléctricas, hace de la dimensión económica algo más importante si cabe, teniendo en consideración los mecanismos para la recuperación de la inversión, el régimen económico del sector (libre mercado, actividad regulada, capital público o privado, etc.), la seguridad jurídica y a las responsabilidades para cada agente. A partir de aquí, la evaluación debe fundamentarse en una comparación de costes y beneficios asociados a la medida inteligente, atendiendo a los diferentes elementos y sistemas que lo componen, a las funcionalidades que cada uno de ellos posee y a la contribución a los ingresos, los ahorros y los gastos que suponen, a lo que habrá de unirse el impacto cualitativo de estas implantaciones y la evaluación de la sensibilidad de la viabilidad de las inversiones frente a cambios en variables socio económicas y técnicas.



# Prácticas en Empresas 2013







## CÁTEDRA ENDESA RED

CONVOCA:



### **7 BECAS PARA PRÁCTICAS EN EMPRESA**

Lugar: Sevillana Endesa

Duración: 6 meses

Remuneración: 500 €/mes

Dirigido a : Alumnos de 4º y 5º curso de Ingeniería (preferiblemente especialidad eléctrica)

Interesados enviar C.V. hasta el 20 de Marzo a:

D<sup>ª</sup>. Rosa Echarri Fodel ([rosa.echarri@endesa.es](mailto:rosa.echarri@endesa.es))

D<sup>ª</sup>. Nathalie Valero Sánchez ([nathalie.valero@endesa.es](mailto:nathalie.valero@endesa.es))



## CÁTEDRA ENDESA RED

CONVOCA:



### **3 BECAS PARA PRÁCTICAS EN EMPRESA**

Lugar: Sevillana Endesa

Duración: 6 meses

Remuneración: 600 €/mes

Dirigido a : Alumnos del Máster en Sistemas de Energía Eléctrica

Interesados enviar C.V. hasta el 20 de Marzo a:

D<sup>ª</sup>. Rosa Echarri Fodel ([rosa.echarri@endesa.es](mailto:rosa.echarri@endesa.es))

D<sup>ª</sup>. Nathalie Valero Sánchez ([nathalie.valero@endesa.es](mailto:nathalie.valero@endesa.es))



CÁTEDRA ENDESA RED

Más información:

<http://catedrasempresa.esi.us.es/endesared>



## Prácticas en ENDESA 2013

A continuación se detallan los becarios y tutores de las prácticas realizadas en el año 2013 en ENDESA

BECARIO	TUTOR ENDESA
<b>Becas de Postgrado</b>	
Arquelladas del Valle, Cesar	Agustin Martínez Navarro
Ballesteros González, Delfín	Manuel Molina Sánchez
Clavijo Blanco, José Antonio	Emilio Luis Pérez-Morla Berrocal
Martín Rodríguez, Roberto	Cristina Fernández Anguita
Nieto Cardona , Juan Diego	Rafael Cruz Blanco
<b>Becas de Ingenierías y Grado</b>	
Carmona Fortuna, Julio	Manuel Caballero Herrera
Del Rio Fernández, Victoria	José Enrique Sigüenza Mateo
Flor Alfaro, Beatriz	Juan González Lara
González Bonet, Santiago de Jesús	José Antonio Gil Aguilar
González Romero , Juan	Inmaculada Guerrero Ruíz
Suarez Pozo, Nazaret	Israel Pecharroman Herrero
Revuelta Molino, Alberto	Manuel Galván Soto
Torralba Rubio, Marta	Juan Miguel Gonzalez Provost

# Transferencia Tecnológica



# Transferencia Tecnológica

Proyecto Midas





# Proyecto Midas

## Participantes

- Endesa Distribución
- Endesa Servicios
- Universidad Sevilla
- Ayesa (Sadiel)



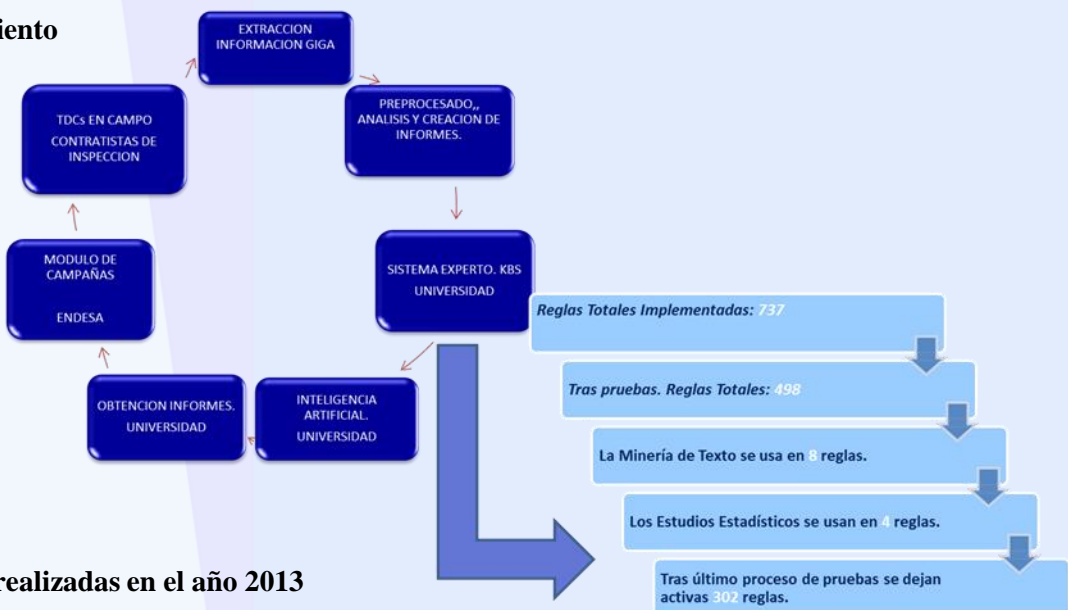
## Descripción y Objetivos

MIDAS es una herramienta basada en un sistema experto y data mining cuya finalidad es preservar el conocimiento de los expertos de EDE con el objetivo de recuperar energía y aumentar los ingresos de EDE.

## Beneficios obtenidos

- La preservación y sistematización del conocimiento de los inspectores de la empresa.
- El incremento de la eficiencia en las operaciones.
- La optimización de los recursos existentes.
- El incremento de la capacidad de gestión.

## Funcionamiento



## Actividades realizadas en el año 2013

- Lanzamiento de campañas de inspección en campo sobre 4.000 suministros.
- Primer estudio para mejora sobre campañas de consumo cero filtrada con algoritmos de Minería de Datos.
- Actualización de las reglas del sistema experto de acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras enviadas a campo.
- Preparación equipo y software para Implantación de MIDAS en las oficinas de Endesa Distribución.

## Actividades previstas para el año 2014

- Mejora de las reglas del sistema experto:
- Filtrado con algoritmos de Minería de Datos sobre otras campañas.
- Explotación de MIDAS en las oficinas de Endesa Distribución.
- Lanzamiento de campañas de inspección en campo sobre 4.000 – 5.000 suministros.





# Transferencia Tecnológica

Proyecto Advantage





## Proyecto Advantage



Endesa y la Universidad de Sevilla participan en el proyecto *Advantage (Advanced Communications and Information Processing in Smart Grid Systems)*, financiado por la Unión Europea. Dicho proyecto forma parte de la convocatoria ITN (Marie Curie Initial Training Networks). Esta convocatoria tiene como objetivo establecer una red europea de socios del mundo académico y empresarial para formar investigadores noveles en todos los campos del conocimiento. En nuestro caso hay 9 socios, 5 del mundo académico (Universidad de Edimburgo - coordinador, Universidad de Aalborg (Dinamarca), Universidad de Novi Sad (Serbia), Centre Tecnologic de Telecomunicacions de Catalunya y la Universidad de Sevilla) y 4 empresas (Flexitricity (Reino Unido), Neogrid (Dinamarca), Schneider (Serbia) y Endesa). Entre todos contratarán 12 investigadores, a los que se les asignarán tareas propias de investigación en paralelo con cursos y seminarios de formación organizados por la propia red. Existen además otros 7 socios que tendrán una participación menor, contribuyendo a la formación de los investigadores noveles mediante estancias breves o cursos.

En todas las líneas de investigación de los diferentes socios se ha establecido un objetivo común: progresar en el conocimiento de la operación de redes inteligentes mediante la participación de las tecnologías de información y comunicación (TIC). Los 12 proyectos se pueden agrupar en 4 áreas muy vinculadas a las TIC:

- Casas inteligentes: soluciones de respuesta de la demanda, participación activa de los consumidores, HAN (home area network).
- Barrios y polígonos industriales inteligentes: soluciones para agregación de consumidores en relación a la compra e intercambio de energía, gestión de la demanda, generación renovable, etc.
- Microrredes: soluciones para la integración de microrredes en las redes inteligentes.
- Redes de distribución inteligentes: Soluciones para los operadores de la red de distribución: nuevas aplicaciones de gestión de la operación, estimación de estado en distribución, gestión de la demanda, comunicaciones con las microrredes, los agregados inteligentes (barrios, polígonos) y los consumidores individuales.

A lo largo de 2014 se espera la incorporación de los investigadores que, tras un período de formación de varios meses, estarán preparados para iniciar su tarea investigadora.



# Transferencia Tecnológica

Proyecto Smartie





## Proyecto Smartie



El Grupo de Ingeniería Eléctrica fue galardonado en el año 2007 en la Segunda Edición de los Premios NOVARE otorgados por ENDESA, por el proyecto titulado "Mejora de la calidad del suministro e integración de la generación distribuida en redes de distribución mediante enlaces asíncronos: SMARTIE".

En este proyecto se pretende afrontar uno de los retos fundamentales que en la actualidad tienen las redes de distribución: la incorporación masiva de generación distribuida, proveniente en muchos casos de fuentes de energía renovable no gestionable. La propuesta del proyecto es flexibilizar la estructura y operación de la red de distribución mediante la introducción de un mallado flexible e inteligente de la misma a través de enlaces asíncronos basados en dispositivos de electrónica de potencia. De esta forma se pueden controlar los flujos de potencia activa y reactiva que circulan por distintos alimentadores de la red de distribución, lo que dota a la misma de una mayor flexibilidad tanto para incorporar mayor generación distribuida como para mantener e incluso mejorar los índices de la calidad de suministro.

Durante esta anualidad en el proyecto Smartie se ha trabajado especialmente en el desarrollo de un prototipo de laboratorio de enlace flexible de redes de distribución basado en convertidores en fuente de tensión con topología back-to-back. La potencia nominal del enlace es de 500 kVA dispone de un filtro de acoplamiento LCL y puede conectarse a la red de distribución a través de transformadores elevadores 20/0.4 kV.



Para realizar las pruebas en carga de dicho dispositivo se ha modificado la configuración del el Laboratorio de Media Tensión del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla con el objeto de conseguir un entorno de trabajo idéntico al de un centro de transformación de compañía distribuidora.





# Transferencia Tecnológica

## Posibles mejoras del Proceso de Lectura de Contadores





# Posibles mejoras del Proceso de Lectura de Contadores



La lectura automática de contadores (conocida por el acrónimo inglés de “Automatic Meter Reading, AMR) es una tecnología de última generación para la lectura automática de medidores de agua, gas y electricidad desde un lugar remoto sin ninguna intervención humana.

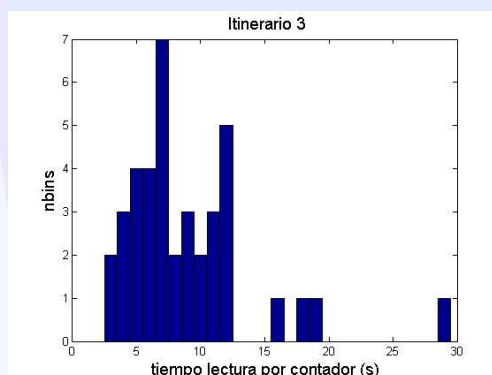
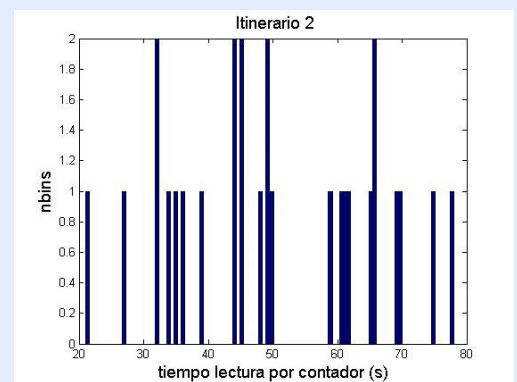
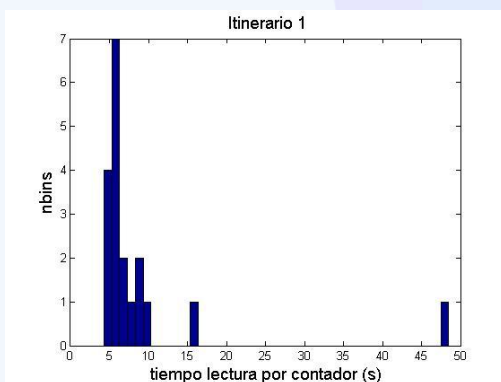
El objetivo principal de este estudio es analizar la viabilidad técnica y económica de utilizar sistemas alternativos a los que actualmente utiliza Endesa, durante el periodo transitorio que tendrá que transcurrir hasta que el sistema AMR esté totalmente desplegado.

Se propone utilizar como alternativa un Terminal Portátil de Lectura (TPL) con posibilidades de captura de imágenes y reconocimiento óptico de caracteres. Para determinar su viabilidad, primero se realiza un estudio de campo, donde un observador externo participa junto a operarios en siete itinerarios tipo, en todo el proceso de lectura de contadores. El objetivo principal es evaluar el tiempo medio empleado por el operario en la lectura de los medidores, así como identificar posibles puntos de mejora o cuellos de botella.

Como segundo paso, se procesa la información obtenida, utilizando herramientas matemáticas y estadísticas, como distribución en frecuencia y parámetros estadísticos. En tercer lugar, se realizan propuestas de escenarios teóricos de mejoras en el tiempo de lectura de contadores, proyectando cuatro escenarios.

A continuación se presenta el estudio de costes, tomando como muestra la región sur, que la integran las Comunidades Autónomas de Andalucía y Extremadura, teniendo en cuenta índices macroeconómicos de la economía española, perspectivas en la introducción de la tecnología AMR en ENDESA, así como criterios que asume el equipo de trabajo sobre información recogida en el estudio de campo, estadísticas y documentos consultados.

Finalmente se presentan las conclusiones, que muestran, un ahorro favorable en los escenarios 1 y 2, modestos ahorros en el escenario 3 y pérdidas en el escenario 4. El Estado de Resultado presentado puede verse afectado negativamente por otros costes no tenidos en cuenta en el estudio como: los relacionados con licencia OCR, adaptación de los sistemas informáticos, o de amortización anticipada de los TPL actuales en servicio, entre otros.





# En los medios





24I+D+i  
 ANDALUCÍA

13 noviembre 2013 ABC

# SMART

## Redes inteligentes en urbes más sostenibles

ANTONIO GÓMEZ EXPÓSITO  
 CATEDRÁTICO DE INGENIERÍA  
 ELÉCTRICA. DIRECTOR DE LA CÁTEDRA  
 ENDESA



Cada vez más voces sostienen que éste será «el Siglo de las Urbes». Según las estadísticas, la mitad de la población mundial ya vive (o malvive) en entornos urbanos, y se estima que al final de esta centuria lo hará alrededor del 80%. Las razones de este patrón migratorio hacia las zonas urbanas son múltiples, pero básicamente pueden resumirse en que las ciudades se ven, no siempre con razón, como fuente de mayores oportunidades para el progreso económico. De hecho, las continuas avalanchas de inmigrantes que muchos países económicamente desarrollados están sufriendo son también, en gran medida, reflejo de esta imparable tendencia migratoria.

Existe un debate, ya clásico, en relación con las ventajas e inconvenientes de esta creciente urbanización, pero sin duda el aspecto más cru-

cial es el de la propia sostenibilidad del ecosistema urbano, en particular los suburbios de las megalópolis. Tal como advierte la ONU, el futuro de las ciudades dependerá de que acometamos con éxito este reto. No es de extrañar, por tanto, que gobernantes, técnicos e investigadores de todas las disciplinas involucradas, se afanen en desarrollar nuevos conceptos e implementar soluciones integrales a los desafíos que conlleva la rápida y masiva urbanización.

Uno de tales conceptos es lo que se ha dado en llamar, siguiendo una pueril moda que antepone el adjetivo smart a todo lo que se tercie, la «ciudad inteligente», que consiste básicamente en el empleo de ubicuos y sofisticados sistemas de información para la gestión óptima de los servicios de transporte, energía, aguas, residuos urbanos, educación, ocio, etc., tanto en sus zonas residenciales como industriales. Idealmente, el objetivo final de una ciudad inteligente sería el del autoabastecimiento energético y el tratamiento o reciclado completo de todos sus residuos (sólidos, líquidos y gaseosos), pero de momento tenemos que conformarnos con mejorar la calidad de vida de los urbanitas, minimizando en lo





ABC 13 noviembre 2013

I+D+i 25  
 ANDALUCÍA

posible la «huella» ecológica que dejamos en el entorno próximo o lejano. Desde esta perspectiva, el salvaje desarrollo inmobiliario que han vivido muchas zonas costeras andaluzas, huérfanas de cualquier planificación urbanística racional, constituye el antónimo más evidente de «ciudad inteligente».

Uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta la sostenibilidad del mundo en que vivimos, en particular y sobre todo las ciudades, es sin duda el del abastecimiento y utilización racional de la energía. Existe prácticamente unanimidad en que el despliegue masivo de generación renovable distribuida, así como la electrificación del transporte, resultan imprescindibles para alcanzar dicho objetivo. Pero las redes de distribución eléctrica que alimentan nuestras ciudades, desplegadas paulatinamente durante las últimas décadas en paralelo a su crecimiento vegetativo, ni fueron diseñadas para este nuevo paradigma ni están en la actualidad dotadas de los mismos niveles de supervisión y control que las redes de transporte, básicamente por una cuestión de costes. Conscientes de estas limitaciones, y coincidiendo en el tiempo con la necesidad de buscar nuevos nichos de negocio para el sector TIC, varios *think tanks* comenzaron a acuñar en el seno del IEEE la noción de «redes inteligentes», coincidiendo prácticamente con el inicio de esta centuria. Desde entonces, el concepto smart grid ha sido acogido con tal entusiasmo, y tan rápidamente, que muchos han llegado a equipararlo con una auténtica revolución, ignorando los hitos conseguidos en los más de cien años de historia de los sistemas eléctricos. En mi modesta opinión, sin embargo, lo que se ha dado en llamar red inteligente no es más que la lógica evolución de unos sistemas muy complejos, que en todo momento han hecho uso de la más moderna tecnología disponible comercialmente. Y en el siglo XXI no iba a ser menos.

Bajo el paraguas de las redes inteligentes se engloban una serie de conceptos y tecnologías

que pueden agruparse en las categorías siguientes:

- Tecnologías de la información y comunicaciones, tales como contadores digitales, relés sincronizados por GPS, redes y sensores inalámbricos, etc.
- Nuevas arquitecturas y sistemas de control, orientados hacia una mayor descentralización y agilidad en el tratamiento de la información, que se produce en un área geográfica muy extensa.
- Nuevas infraestructuras y equipos, tales como subestaciones aisladas en gas, sistemas telemandados en media tensión, puntos de recarga de vehículos eléctricos, etc.

Con dichas tecnologías, se pretende facilitar la consecución de los siguientes objetivos:

## TENDENCIA URBANIZADORA

- 1,3 millones de personas en el mundo se mudan cada semana a las ciudades
- Más de 500 ciudades en el mundo superan el millón de habitantes (solo 12 a principios del siglo XX)
- En las ciudades se utiliza entre el 60 y el 80% de la energía consumida
- En la India hay 670 millones de líneas móviles, pero solo 366 millones de personas tienen acceso a baños privados

## SOBRE ANDALUCÍA

- Cuatro ciudades andaluzas (Córdoba, Málaga, Marbella, Sevilla) pertenecen a la red española de ciudades inteligentes (RECI)
- 1,7 millones de contadores digitales instalados
- Más de 300 puntos de recarga eléctrica desplegados
- 850 MV de potencia fotovoltaica instalada (aprox. el 20% sobre cubierta)

- Introducción masiva de generación renovable, de naturaleza distribuida en el caso de las ciudades, que convertirá a muchos consumidores en prosumidores.

- Mejorar la calidad y eficiencia del suministro eléctrico, aprovechando al máximo las infraestructuras existentes.





26 I+D+i  
ANDALUCÍA

13 noviembre 2013 ABC



# SEVILLA QUIERE SER «SMART»

POR PILAR MACÍAS



-Gestión activa de la demanda, incluyendo los futuros vehículos eléctricos, previo diseño de un sistema tarifario por franjas horarias mucho más ambicioso que el actual.

Desde la Unión Europea hasta las Consejerías y Ministerios afectados se han promovido o incentivado numerosas iniciativas en el ámbito de las ciudades y las redes inteligentes, llevadas a cabo por consorcios empresariales y centros de investigación.

En Andalucía, un grupo de empresas lideradas por Endesa lanzó en 2009 el por entonces pionero proyecto Smartcity en Málaga. Durante este

tiempo se ha desarrollado una instalación piloto que integra una gran variedad de tecnologías en una red de distribución eléctrica del barrio de la Misericordia, de la que forman parte 300 clientes industriales, 900 de servicios y 12.000 hogares. Una vez demostrada la viabilidad del concepto, la segunda fase se centrará en la operación avanzada de la red, gestión remota de contadores, medidas de ahorro energético e integración de las renovables y el almacenamiento.

En el campo de la movilidad eléctrica, junto al lanzamiento comercial de vehículos híbridos, enchufables y eléctricos por parte de varios fabricantes, las administraciones públicas están incentivando el despliegue de sistemas de transporte pú-



ABC 13 noviembre 2013

I+D+i 27  
ANDALUCÍA

blicos y privados más eficientes. Destacan el proyecto Movele, en Sevilla, que ya cuenta con 75 puntos de recarga, tanto en la vía pública como en aparcamientos (públicos y municipales), y el proyecto Zem2All, en Málaga, en el que se han instalado más de 200 puntos, seis de ellos bidireccionales. En este ámbito, acaba de lanzarse el proyecto Victoria, también en Málaga, que desarrollará el primer carril de carga eléctrica por inducción dinámica de España, una tecnología que permite al vehículo eléctrico, en este caso un autobús urbano, recargar su batería en movimiento, sin necesidad de cables.

En relación con la eficiencia energética, Endesa Ingeniería ha llevado a cabo la modernización

En mi opinión, el principal reto tecnológico pendiente para lograr la tan ansiada y cacareada sostenibilidad es el de lograr sistemas de almacenamiento, individuales o colectivos, de bajo coste. Y hablando de costes, dejando a un lado las instalaciones piloto, creo que el ritmo de despliegue de estos sofisticados sistemas debe venir guiado por la madurez tecnológica de cada tecnología, de acuerdo a una lista de prioridades. No nos vaya a pasar de nuevo lo que ocurrió con la burbuja fotovoltaica, que trajo enormes inversiones cuando la tecnología todavía era carísima y ahora que realmente está barata no nos queda crédito.

En resumidas cuentas, para ser más sostenibles y eficientes, las ciudades se tornan cada vez más

Sevilla dará uno de sus primeros pasos significativos para convertirse en una «Smart City» (un modelo de ciudad en la que se hace una gestión eficiente de los recursos gracias a las nuevas tecnologías). Bajo esta premisa, el casco histórico de la capital hispalense será el escenario de pruebas del proyecto europeo Dareed, una iniciativa liderada por Isotrol y que tendrá un presupuesto de más de cuatro millones de euros.

La compañía presidida por José Luis Calvo coordina esta inversión en la que también colaboran Enel, las firmas tecnológicas alemanas Cleopa y Open Experience, así como el consistorio sevillano a través de su Corporación de Empresas Municipales y los ayuntamientos de Cam-

bridgeshire (Reino Unido) y Lizzanello (Italia).

«Dareed contará con un centro de control desde el cual se podrá monitorizar el consumo y la generación de energía en una zona de la ciudad, con información procedente de sensores propios y de datos de contadores inteligentes y otros instrumentos de medición», indicó José Luis Calvo. En paralelo, «podrá realizar simulaciones de posibles medidas de ahorro tanto en edificios como en instalaciones públicas; hacer recomendaciones a los usuarios y comprobar la evolución de los consumos y los ahorros». Para ello, creará un conjunto de herramientas de control en tiempo real del gasto de la energía.

El consejero delegado de Emasesa y vicepresidente de la Corporación de Empresas Municipales, Jesús Maza, destacó que Dareed convertirá a Sevilla en «un laboratorio real en el que poner en práctica los avances que marcarán las ciudades del futuro».

Emasesa, por su parte, trabaja en varios proyectos relacionados con la «Smart City», entre ellos, el denominado «Sevilla en el Bolsillo», que desarrolla una plataforma tecnológica para la gestión automatizada, personalizada y eficiente de los recursos turísticos y de la información municipal. También participan en este consorcio la empresa SDOS, TUSSAM, Vodafone España y el Consorcio de Turismo de Sevilla.

y mejora de la gestión del alumbrado público y de edificios municipales en varios ayuntamientos, incluyendo Bollullos de la Mitación, Castro del Río y próximamente El Rincón de la Victoria, lográndose ahorros en el consumo del 50%.

En generación renovable de ámbito urbano destaca el municipio de Lucena, con la mayor instalación de potencia fotovoltaica sobre cubierta de Andalucía (2 MW).

Por otra parte, son destacables también las actuaciones de la Agencia Andaluza de la Energía en materia de subvenciones para la instalación de sistemas solares de baja temperatura y de biomasa, renovación de la epidermis de inmuebles, calderas, ascensores, electrodomésticos y un largo etcétera.

tecnoadictas, como las propias personas que las habitan, pero también mucho más vulnerables. Imaginemos una ciudad como Torremolinos en la que el suministro eléctrico estuviese cortado durante casi dos semanas, como ocurrió en algunos distritos de New Jersey tras el paso del huracán Sandy. El simple hecho de no poder usar los ascensores ocasionaría un auténtico caos, por no mencionar otros efectos mucho más dramáticos.

«Qué es una ciudad sino su gente?», se preguntaba Shakespeare en el siglo XVI, cuando apenas el 2% de la población vivía en ciudades. Hoy día, podríamos parafrasear al prolífico autor inglés preguntando «Qué es una gran ciudad sin su tecnología?»

# Sector eléctrico

## Estado actual y retos



El sistema debe acometer cambios drásticos para adaptarse a los nuevos condicionantes geoenergéticos (agotamiento de fuentes) y medioambientales, beneficiándose de los avances tecnológicos habidos en las últimas décadas

**ANTONIO GÓMEZ EXPÓSITO**  
 CATEDRÁTICO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA Y DIRECTOR DE LA CÁTEDRA ENDESA



La estructura del sistema eléctrico, basada en extensas redes de transporte y distribución que llevan instantáneamente la energía desde grandes centros de producción a los más recónditos rincones, apenas se ha alterado en el último siglo, más allá del crecimiento vegetativo. Sin embargo, este complejo sistema se está enfrentando desde hace unos años a la necesidad de acometer cambios más drásticos, para adaptarse a los nuevos condicionantes geoenergéticos (agotamiento de fuentes) y medioambientales (saturación del sumidero), beneficiándose al mismo tiempo de los espectaculares avances tecnológicos habidos en las últimas décadas. Ello supone retos formidables pero también oportunidades que no habría que dejar pasar.

En el subsistema de generación existe un claro exceso de potencia instalada (más del doble de la punta de demanda máxima), lo que conduce necesariamente a una infrautilización del parque con mayores costes variables, especialmente los ciclos combinados, que por otro lado resultan imprescindibles para seguir las fluctuaciones de la demanda en un país como España, todavía muy poco conectado al resto de Europa. Consecuentemente, la rentabilidad de estas instalaciones está siendo bastante menor de la prevista en el momento de su planificación, al calor de unos planes de gasificación que luego mostraron partir de premisas erróneas. No obstante, esta merma de ingresos se ve en parte compensada, precisamente por el papel de estos grupos como suministradores de servicios complementarios. Existe además un parque nuclear con costes variables bajos, pero muy cuestionado socialmente, que a pesar de acercarse paulatinamente al final de su ciclo de vida fue la tecnología que más energía eléctrica aportó en 2012 (22%). Lo sorprendente es que el carbón siga siendo todavía la segunda fuente de generación eléctrica (20% en 2012 frente al 15% en 2011), en un país que durante cierto tiempo pretendió ser adalid del control de emisiones (éstas aumentaron un 11%

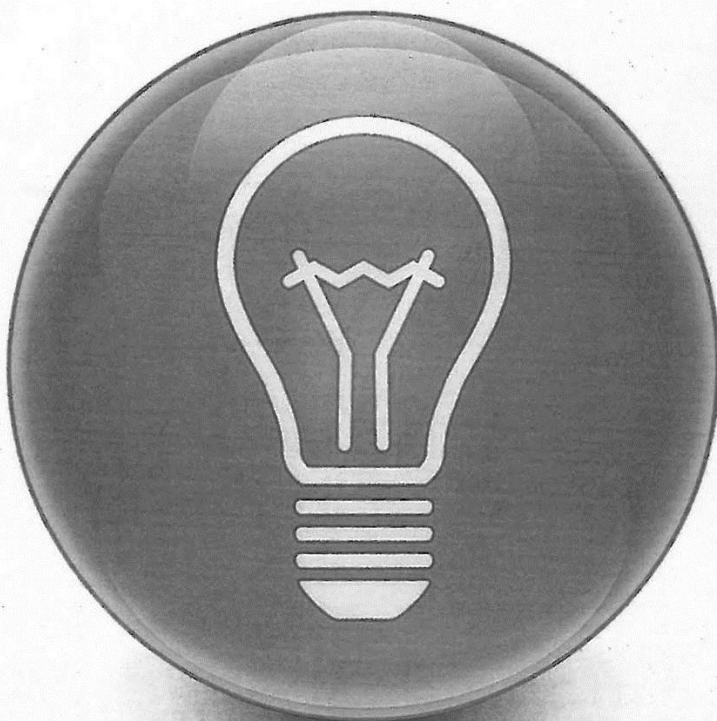
en 2012, a pesar de una reducción en la demanda del 1,2%).

Respecto a la generación renovable, que cubrió el 35% de la demanda nacional en 2012 (incluida la hidráulica), ni sus más acérrimos defensores niegan que ha habido una espectacular burbuja, al menos en el sector fotovoltaico, originada por una regulación mal diseñada que estableció unas atractivas primas durante largos horizontes de tiempo, sin tener en cuenta la reducción de costes que siempre trae la madurez tecnológica. En Andalucía, por ejemplo, la potencia renovable instalada casi se ha triplicado desde 2007, cuando la demanda se ha contraído alrededor de un 4% en dicho periodo.

La eólica ha seguido una trayectoria menos errática, pero habiendo saturado ya los emplazamientos más rentables debe reorientarse hacia la tecnología off-shore y la modernización de los parques más antiguos. La generación mediante biomasa está consolidada en Andalucía desde hace años, mientras que la termosolar se encuentra en pleno proceso de desarrollo tecnológico para aumentar su gestionabilidad y mejorar su competitividad frente a la fotovoltaica (p.e., sistemas de almacenamiento que mermen lo menos posible su rendimiento o la hibridación de tecnologías).

En 2012 se pagaron más de 8.500 millones de euros en primas a la generación eléctrica en régimen especial (24,2% más que en el año anterior), que incluye tanto las renovables como la cogeneración. Unos argumentos que el beneficio económico y estratégico que las renovables aportan globalmente a la sociedad excede con creces esa cantidad, mientras que otros consideran insostenible e incluso injustificable el modelo actual de incentivos, tanto a las renovables como a la cogeneración. Argumentos aparte, la reciente moratoria ha provocado un frenazo en seco en el sector, que se ve abocado a internacionalizarse para sobrevivir (no hay mal que por bien no ven-

**ANDALUCÍA  
 LA POTENCIA  
 RENOVABLE  
 CASI SE HA  
 TRIPLICADO  
 DESDE 2007,  
 CUANDO LA  
 DEMANDA SE  
 HA CONTRAÍDO  
 UN 4%**



**RENOVABLES  
 LA  
 INTEGRACIÓN  
 DE LAS  
 RENOVABLES  
 DEBE AVANZAR  
 AL RITMO QUE  
 MÁS CONVenga  
 A NUESTRA  
 INDUSTRIA**

**REFORMAS  
 ES POCO  
 PROBABLE QUE  
 ESTE O  
 FUTUROS  
 GOBIERNOS  
 TENGAN EL  
 CORAJE PARA  
 REPLANTEAR  
 EL MODELO  
 ENERGETICO**



ga). En el contexto globalizado actual, la integración de las renovables en el mix energético debe avanzar al ritmo que más convenga a nuestra propia industria. Un ritmo demasiado vivo, aparentemente beneficioso en el corto plazo para posicionarnos mejor frente al resto de países de nuestro entorno, puede a la postre perjudicarnos, dando lugar a que nuestros impuestos financien desarrollos tecnológicos de los que luego se beneficiarán otros, mientras que quedarse rezagados nos condenaría de nuevo a pagar royalties.

Por otra parte, contra lo que a veces se cree, los sistemas de generación renovable son en general relativamente simples tecnológicamente hablando, si se comparan por ejemplo con tecnologías como la aeroespacial o la biomedicina, de modo que la ventaja competitiva que algunas empresas españolas han alcanzado en este sector desaparecerá rápidamente si no se realiza continuamente un esfuerzo de innovación y desarrollo de nuevos conceptos.

El reto del sistema generador español radica en retirar el parque nuclear actual de forma ordenada, sustituyéndolo por fuentes renovables u otras tecnologías emergentes que puedan consolidarse, como el carbón con secuestro de CO<sup>2</sup> o diseños avanzados de reactores nucleares que superen las limitaciones de los actuales. Eventualmente el papel principal del parque convencional será el de dar garantía de potencia, cubriendo el hueco entre demanda y genera-

ción renovable, salvo que se disponga de la suficiente capacidad de almacenamiento, mucho mayor en todo caso de la que en estos momentos se atisba. La principal oportunidad para la generación renovable distribuida radica en el despliegue de la modalidad conocida como generación para autoconsumo o en balance neto, que elimina las primas a la vez que reduce la inversión necesaria.

Respecto al sistema de transporte, España dispone de una red moderna y bien dimensionada, salvo en sus conexiones internacionales. El operador del sistema se ha dotado de sofisticados sistemas de control, que le permiten gestionar altos niveles de penetración renovable, impensables hace unos años (el pasado mes de septiembre se alcanzó puntualmente el 64% de penetración renovable). Su principal reto en el corto y medio plazo consiste en seguir ofreciendo un servicio de calidad al menor coste posible, en el contexto más electrificado al que nos encaminamos. En el largo plazo, la actual red de corriente alterna tendrá que convivir con una nueva red troncal de corriente continua, si finalmente los ambiciosos planes para transportar cantidades masivas de energía solar del Norte de África a Europa se hacen realidad (de momento, el coste del nuevo enlace de continua entre España y Francia es disuasorio).

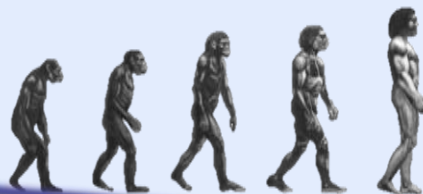
Las redes de distribución, tanto a nivel nacional como andaluz, son homologables a las de nuestros vecinos, presentando mejores indicadores de calidad de servicio y eficiencia que las del resto de continentes (en Europa sería impensable, por ejemplo, que millones de ciudadanos estuviesen sin suministro durante dos semanas, como ocurrió en Norteamérica al paso del huracán Sandy). En la actualidad se están desplegando nuevas infraestructuras de telemando, para automatización de maniobras en caso de fallo, y telemedida (contadores digitales), que mejorarán aún más estos indicadores y permitirán por fin a las comercializadoras ofrecer precios por franjas horarias. Pero debemos ser conscientes de que todas estas mejoras, más los refuerzos necesarios para acomodar cada vez más cantidad de generación renovable distribuida, así como el vehículo eléctrico, tienen un sobrecoste. El reto de esta actividad regulada está en encontrar el adecuado equilibrio entre coste y prestaciones para el usuario.

Finalmente, es obligado hacer una breve mención al caótico y complejísimo sistema regulatorio español, sometido a continuos cambios (cinco en poco más de un año) en una especie de huida hacia adelante que no contenta a nadie. Consecuencia de este estado de cosas es el enorme déficit de tarifa creado (unos 28.000 millones de euros), que sigue creciendo sin control a pesar de los esfuerzos del Gobierno, la inseguridad jurídica, las erráticas señales económicas enviadas (p.e., promoción del carbón nacional versus reducción de emisiones), el irrelevante papel de las comercializadoras cuando casi todo el mundo «disfruta» de tarifas reguladas, etc. Todo ello agravado por la regulación de las comunidades autónomas en su ámbito de actuación, que introduce diferencias territoriales no siempre justificables.

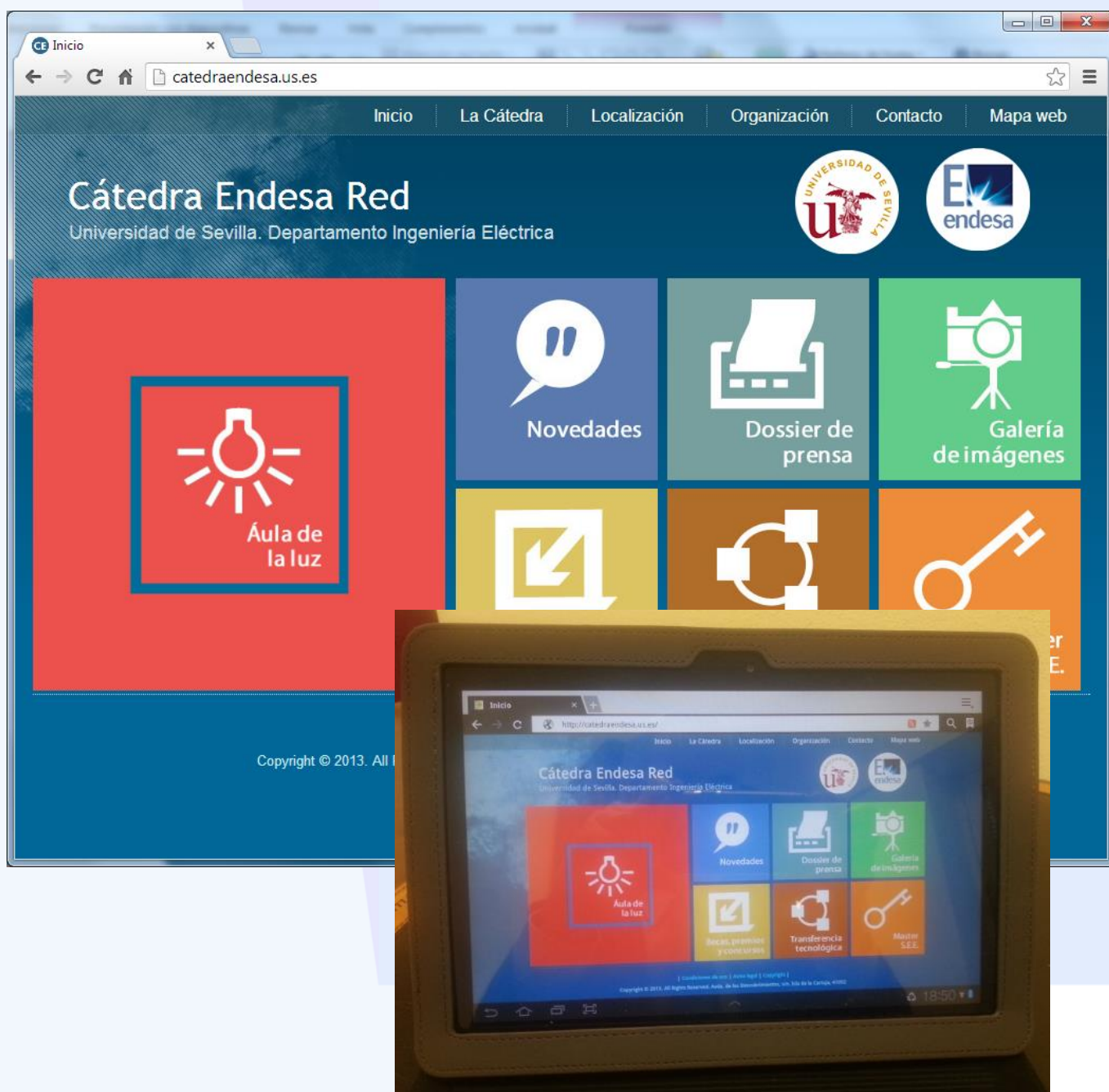
Tal como está el patio, es poco probable que este o futuros Gobiernos tengan el coraje y la claridad de ideas necesarios para hacer un replanteamiento global y en profundidad del modelo energético, en particular el eléctrico, que en todo caso requeriría un gran consenso político. Como en otros ámbitos, se limitarán a nadar y guardar la ropa.

# Página Web de la Cátedra Endesa Red





La Web de la Cátedra Endesa Red se ha renovado actualizando y modernizando su aspecto. Además, se ha adaptado a los nuevos dispositivos móviles. Por supuesto, continúa realizando una labor divulgativa de las distintas actividades de la Cátedra, además de realizar una apuesta muy importante por la formación “moderna” y de calidad. Esta acción se sigue desarrollando bajo el concepto del “**Aula de la Luz**”, que constituye el núcleo principal, en cuanto a contenidos pedagógicos, de la página.





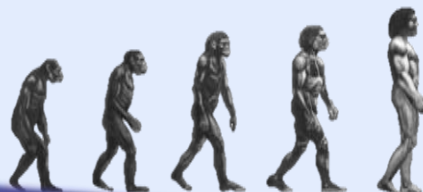
# Aula de la "luz"



Desde Cátedra Endesa Red se sigue apostando por el *e-learning*, ofreciendo formación académica de calidad. La Web sirve de plataforma para este propósito. Esta formación se recoge principalmente en el Aula de la Luz, que pretende ser un sitio donde se *ilumine* a los que acuden con el afán de aprender, basándose su nombre en el “siglo de las luces” y todo lo que ello representa. Desde el apartado de **Seminarios, Jornadas y Cursos** se ofrece el material audio visual elaborado, que combina el video y audio de la ponencia con las transparencias utilizadas. El resultado es un entorno flash interactivo que permite seguir la clase de manera off-line desde casa cuantas veces se quiera.

The screenshot shows a web browser window with the URL [catedraendesa.us.es/index.php/aula-de-la-luz](http://catedraendesa.us.es/index.php/aula-de-la-luz). The website has a dark blue header with navigation links: Inicio, La Cátedra, Localización, Organización, Contacto, and Mapa web. Below the header, the main content area features the title "Cátedra Endesa Red" and the text "Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica". To the right are logos for the University of Sevilla and Endesa. The main content is organized into a grid of eight colored boxes, each with an icon and a label: "Seminarios" (pink), "Jornadas" (green), "Cursos" (yellow), "Tesis doctorales" (maroon), "Trabajos de máster" (purple), "Proyectos Fin de Carrera" (red), "Libros electrónicos" (blue), and "Sitios recomendados" (olive green). At the bottom, there is a footer with links for "Condiciones de uso", "Aviso legal", and "Copyright", followed by the copyright notice "Copyright © 2013. All Rights Reserved. Avda. de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja, 41092" and the design credit "Designed by AGGnet".





INTERNET



## Aula de la "luz"

CE Seminarios

catedraendesa.us.es/index.php/seminarios-aulaluz

Inicio | La Cátedra | Localización | Organización | Contacto | Mapa web

### Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica



#### Seminarios 2014



**D. Gregor P. Henze**  
08 / 01 / 2014. Seminario "Optimizing building operations in the presence of occupant-driven uncertainty and grid feedback."



**D. Florin Capitanescu**  
27 / 09 / 2013. Seminario "On voltage and thermal constraints management in active distribution systems"

#### Seminarios 2013



**D. Lamine Mili**  
10 / 09 / 2013. Seminario "Resilient and Sustainable Electric Power and Communications Infrastructures"



**D. Juan Miguel González Provost**  
19 / 06 / 2013. Seminario "Sistemas de Operación de Distribución: Evolución histórica en Endesa"



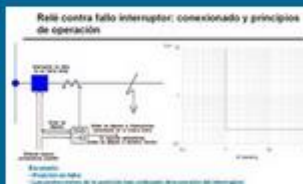
**D. Javier Alonso Pérez**  
13 / 06 / 2013. Seminario "Gestión de la Energía en el mercado eléctrico español"



**D. Alfonso Vargas Vázquez**  
14 / 05 / 2013. Seminario "Energías Renovables. Aspectos administrativos y jurídicos-económicos"



**D. Ali Abur**  
08 / 05 / 2013. "Use of Synchronized Phasors in State Estimation and Its Satellite Functions"



**D. Guillermo Nicolau González**  
20 / 12 / 2013. "Aplicaciones de relés de protección en redes AT"

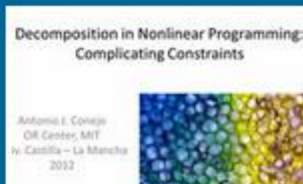
#### Seminarios 2012



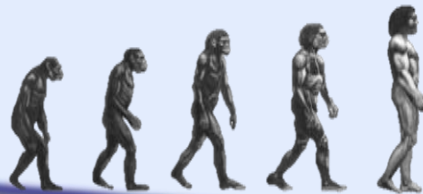
**D. Pedro Prieto**



**Dr. Francisco González-Longatt**



**Dr. Antonio Conejo**



INTERNET

## Aula de la "luz"

CE Jornadas x  
 catedraendesa.us.es/index.php/jornadas2

Inicio | La Cátedra | Localización | Organización | Contacto | Mapa web

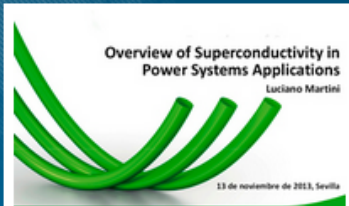
### Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica



Inicio > Jornadas

Jornadas 2013



**Overview of Superconductivity in Power Systems Applications**  
 Luciano Martini  
 13 de noviembre de 2013, Sevilla


Superconductividad, nanotecnología y redes eléctricas  
 13 / 11 / 2013

Jornadas 2012



Increasing amount of DGs demands for continuous protection system audits and new protection schemes  
 Always on Eye D Security  
 www.siemens.com/siguard

Protección de redes de distribución: nuevos requerimientos y desafíos  
 27 / 11 / 2012



III JORNADAS DE CONCIENCIACIÓN EN PRSL DE EDE  
 Sevilla, 25 de Mayo 2012

Concienciación en PRSL de EDE  
 25 / 05 / 2012

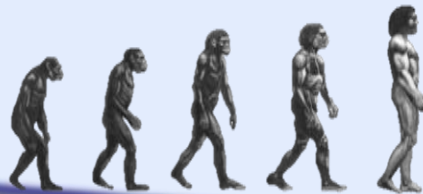


Crisis en la ingeniería/la ingeniería en la crisis  
 07 / 05 / 2012



Generación Distribuida Fotovoltaica y Eólica en Andalucía  
 Antonio Gómez Expósito  
 Cátedra Endesa Red  
 Departamento de Ingeniería Eléctrica  
 Universidad de Sevilla  
 con la colaboración de  
 Javier Sánchez y Jesús Magariño

Perspectivas del Autoconsumo Eléctrico en Andalucía  
 19 / 01 / 2012



# Aula de la "luz"

CE Cursos x

catedraendesa.us.es/index.php/cursos-catedra

Inicio La Cátedra Localización Organización Contacto Mapa web

## Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica



Home > Cursos

- Cursos



**Dr. João Peças Lopes**  
Microrredes y Vehículos Eléctricos  
12 y 13 / 04 / 2010



**Dr. Peter Kadar**  
Wind Energy  
3, 4 y 5 / 06 / 2009



**Dr. Thierry Van Cutsem**  
Voltage Stability and Instability of Electric Power Systems  
27 y 28 / 05 / 2009



**DR. ENRIQUE ACHA**  
FLEXIBLE TRANSMISSION SYSTEMS  
18, 19, 20 y 21 / 05 / 2009

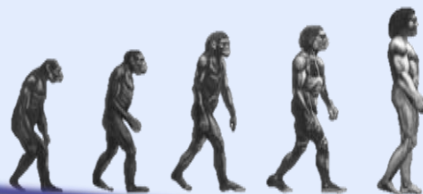


**DR. ENRIQUE ACHA**  
FLEXIBLE TRANSMISSION SYSTEMS  
12, 13, 14 y 15 / 05 / 2008

| Condiciones de uso | Aviso legal | Copyright |

Copyright © 2013. All Rights Reserved. Avda. de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja, 41092

Designed by AGGnet.



## Aula de la "luz"

CE Tesis Doctorales

catedraendesa.us.es/index.php/tesis-doctorales2

Inicio | La Cátedra | Localización | Organización | Contacto | Mapa web

# Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica



Home > Tesis Doctorales

### ■ Tesis Doctorales

#### Generación convencional y renovable

**D. Agustín García Santana 2014**

Técnica mejorada de control reactivo aplicada a centrales undimotrices con accionamiento directo mediante generadores lineales

**José Castro Mora. 2008**

Optimización global de parques eólicos mediante algoritmos evolutivos

#### Redes de transporte

**Ángel Luis Trigo García**

Gestión Óptima de Potencia Reactiva en Sistemas Abiertos a la Competencia

**Alejandro Marano Marcolini. 2010**

Técnicas de Optimización Aplicadas a la Supervisión de Límites de Operación y a la Determinación de Actuaciones Preventivas en Sistemas Eléctricos de Potencia

**Alfonso Bachiller Soler. 2005**

Contribuciones Al Análisis De Redes Eléctricas Lineales En Régimen Transitorio

**Alicia Troncoso Lora. 2005**

Técnicas avanzadas de predicción y optimización aplicadas a sistemas de potencia

**Khiat Mounir. 2003**

Repartition Optimale Des Puissances Reactives Dans Un Reseau D'energie Electrique Sous Certaines Contraintes De Securite

**Antonio De La Villa Jaén. 2001**

"Modelo Reducido De Subestaciones En Estimadores De Estado Generalizados

**Pedro Luis Cruz Romero. 2000**

Análisis, cálculo y técnicas de mitigación de campos magnéticos creados por líneas eléctricas de alta tensión

**Jesús Riquelme Santos. 1999**

Análisis Estático De Seguridad En Redes De Transporte

**Pedro Javier Zarco Perrián. 1997**

Estimación de parámetros de redes eléctricas utilizando históricos de medidas

**José Luis Martínez Ramos. 1994**

Integración de métodos numéricos y heurísticos para el control de tensiones y potencia reactiva

**Francisco Javier González Vázquez. 1986**

Formalización de diversos aspectos de la Teoría de Redes Eléctricas Lineales: Aplicación al estudio de las Redes Eléctricas

**Antonio Gómez Expósito. 1985**

Reparto de cargas en la simulación y análisis de redes eléctricas mediante microprocesadores en paralelo

#### Redes de distribución

**Cristina Carmona Delgado 2013**

Estimación de estado dinámica y eficiente en distribución

**Pedro Martínez Lacañina. 2013**

Mejoras en el cálculo de índices de fiabilidad en redes malladas de distribución de energía eléctrica

**Francisco Llorens Iborra. 2010**

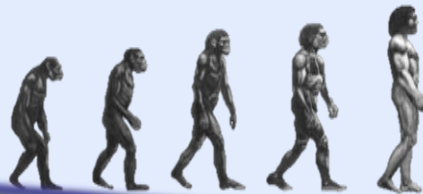
Modelo lineal para la reconfiguración óptima de redes de media tensión urbanas

**Adellatif EL GHALI. 1999**

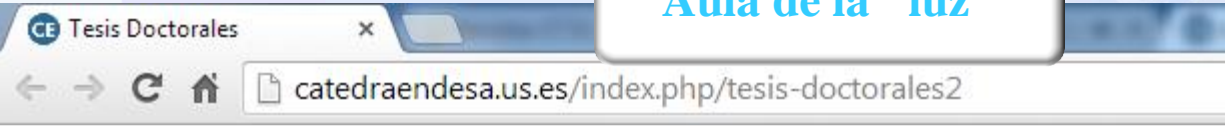
Planificación de Redes de Distribución. Optimización de la suma de Costes de Inversiones, Pérdidas y Fiabilidad

**Esther Romero Ramos. 1999**

Análisis De Redes Eléctricas Radiales Y Débilmente Malladas. Formulaciones Alternativas



## Aula de la "luz"



[Inicio](#) | [La Cátedra](#) | [Localización](#) | [Organización](#) | [Contacto](#) | [Mapa web](#)

# Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica



[Home](#) > [Tesis Doctorales](#)

### ■ Tesis Doctorales

#### Uso de la energía (industria, transporte, residencial, ...)

**José María Maza Ortega. 2001**

Optimización de filtros pasivos para la compensación de reactiva y mitigación de armónicos en instalaciones industriales

**Julio García Calvete. 2010**

Mejoras en la eficiencia de sistemas eléctricos autónomos de tracción mediante técnicas de conmutación dinámica de recursos energéticos

#### Máquinas Eléctricas y Dispositivos Eléctricos/Electrónicos

**Dario Monroy Berjillos. 2008**

Cambiadores de tomas electrónicas para transformadores de potencia basados en tiristores conmutados

**José Antonio Rosendo Macías. 1997**

Procesamiento de formas de onda mediante DFT: Aplicación a protecciones digitales

**Manuel Burgos Payán. 1994**

Estudio del Comportamiento Térmico de Motores Trifásicos de Inducción de Gran Potencia

#### Economía y regulación del sector eléctrico

**Antonio Jesús Sánchez Arrieta. 2007**

El Valor del Cliente como Herramienta Estratégica de Gestión en un Mercado Industrial

**Agustín Marulanda Guerra. 2004**

Modelos para la explotación óptima de la generación en mercados competitivos

**Ángel Arcos Vargas. 2003**

Caracterización económica del sector eléctrico español (1987-1997). Análisis de eficiencia y progreso tecnológico

**Rocío Millán Navarro. 1996**

Los Mercados de Futuros de Electricidad

[| Condiciones de uso](#) | [| Aviso legal](#) | [| Copyright](#) |

Copyright © 2013. All Rights Reserved. Avda. de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja, 41092

Designed by AGGnet



php/premios-becas-y-concursos

Inicio Organiz

# Premios Proyecto Fin de Carrera

## Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica

- Becas
- Premios Proyectos Fin de Carrera
- Concursos

Manuel Barragán Villarejo / Ahorro Energético: Estimación de Carga en Motores de Inducción

Diseño de un Sistema de Almacenamiento de Energía Híbrido Basado en Baterías y Supercondensadores para su Integración en Microredes Eléctricas

Premio fin de carrera 2010, alumno premiado: Isaac Gil Mera

[Leer más...](#)

Isaac Gil Mera / Diseño de un Sistema de Almacenamiento de Energía Híbrido Basado en Baterías y Supercondensadores para su Integración en Microredes Eléctricas

Diseño de un Sistema de Almacenamiento de Energía Híbrido Basado en Baterías y Supercondensadores para su Integración en Microredes Eléctricas

Premio fin de carrera 2010, alumno premiado: Isaac Gil Mera

[Leer más...](#)

Daniel Morales Wagner / Estrategias de Operación Óptima de Parques Eólicos Mediante Algoritmos de Control Centralizado de Potencia Reactiva

ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN ÓPTIMA DE PARQUES EÓLICOS MEDIANTE ALGORITMOS DE CONTROL CENTRALIZADO DE POTENCIA REACTIVA

Premio fin de carrera 2011, alumno premiado: Daniel Morales Wagner

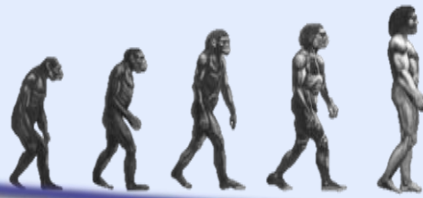
[Leer más...](#)

Ana María Roperro Tagua / Estudio de la Influencia del Microemplazamiento Sobre el Rendimiento de las Plantas Eólicas

Estudio de la Influencia del Microemplazamiento Sobre el Rendimiento de las Plantas Eólicas

Premio fin de carrera 2012, alumna premiada: Ana María Roperro Tagua

[Leer más...](#)



## Galería de Imágenes


CE Galería de imágenes - Cat x

catedraendesa.us.es/index.php/ga jornada-su



Inicio La Cátedra Localización Organización Contacto Mapa web

### Cátedra Endesa Red

Universidad de Sevilla. Departamento Ingeniería Eléctrica



[Inicio](#) ▶ [Galería de imágenes](#)  
[Volver a la vista de categoría](#)  
[Iniciar Cooliris!](#)



[| Condiciones de uso](#) | [Aviso legal](#) | [Copyright](#) |

Copyright © 2013. All Rights Reserved. Avda. de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja, 41092

Designed by [AGGnet](#).





# Página Web



Estadísticas

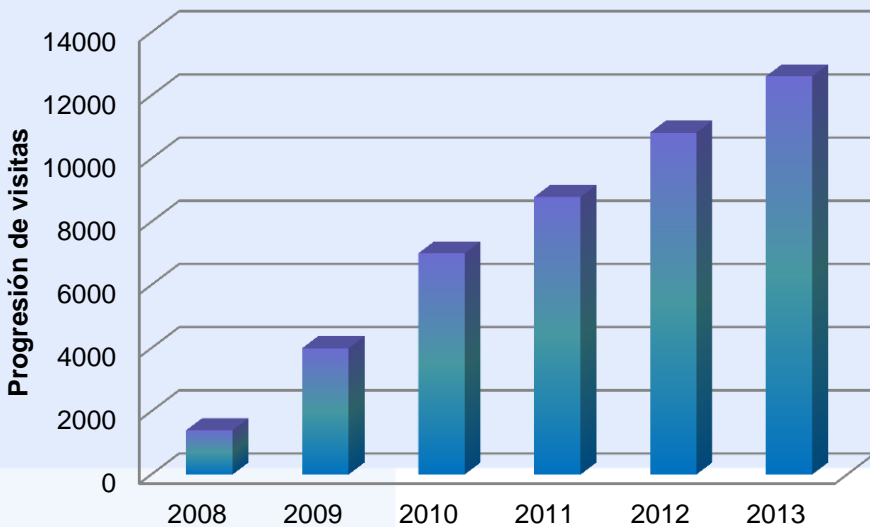


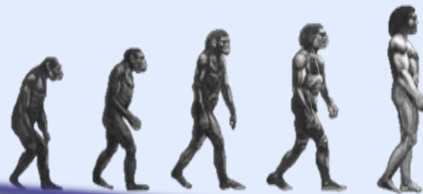


Referente Internacional

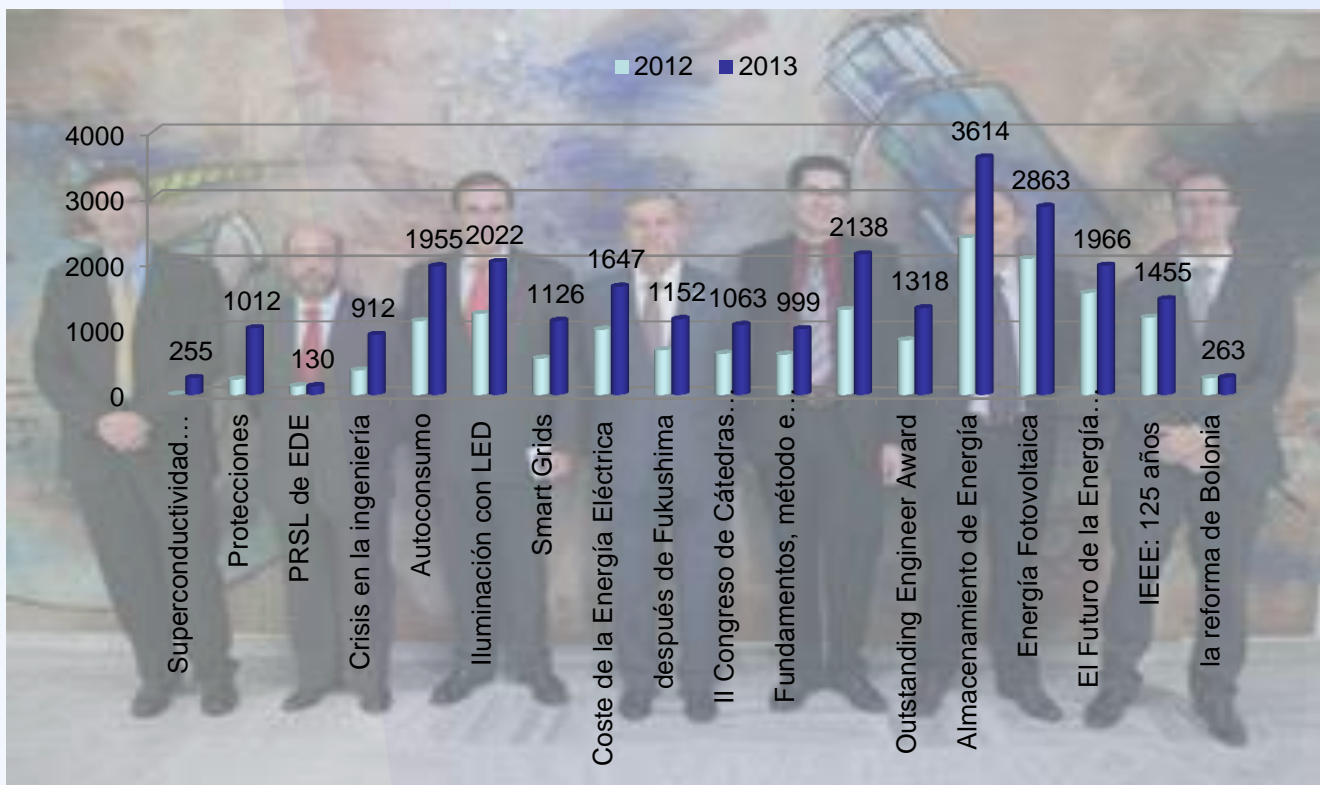


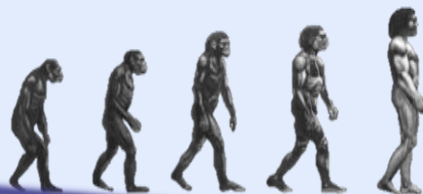
12605 visitas



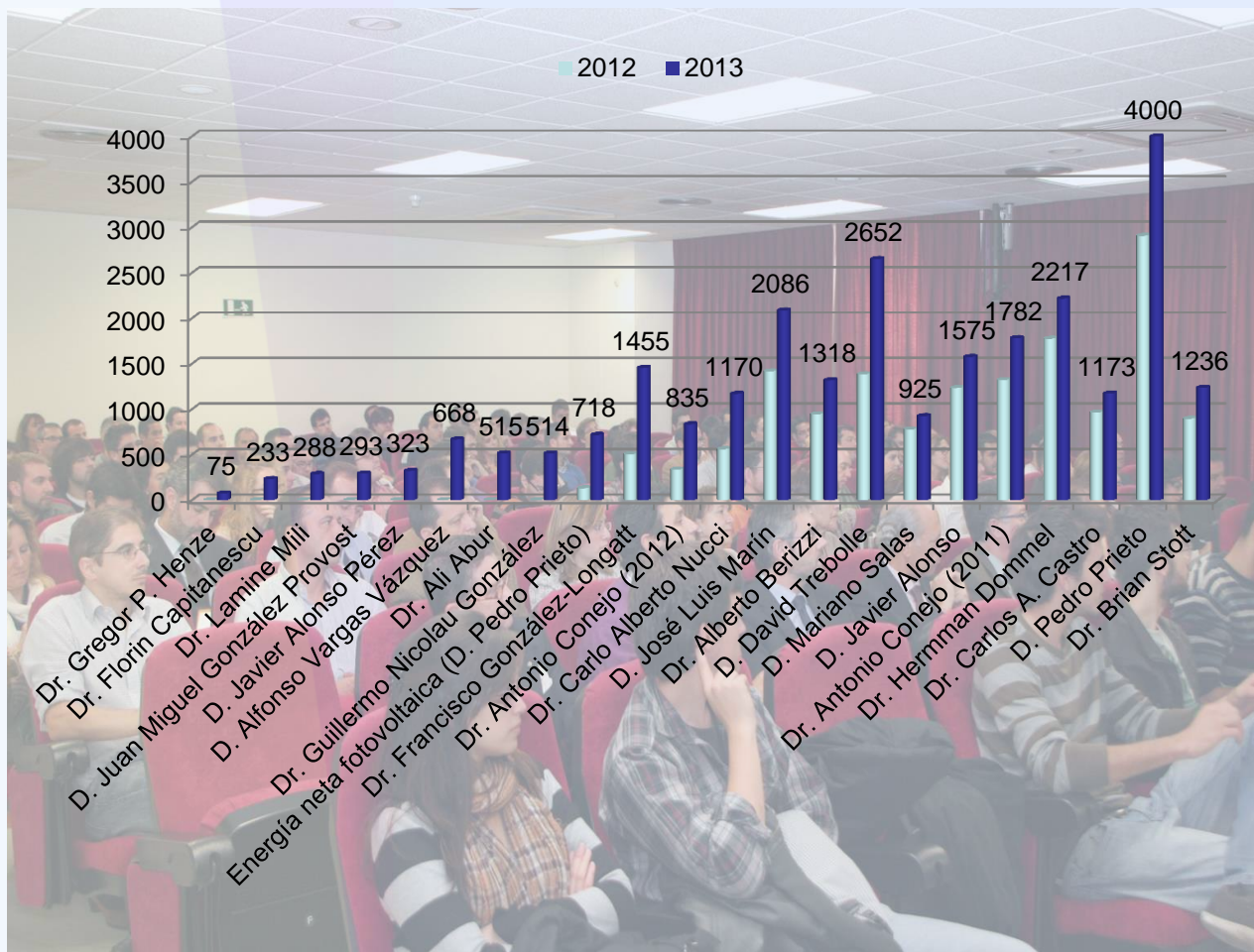


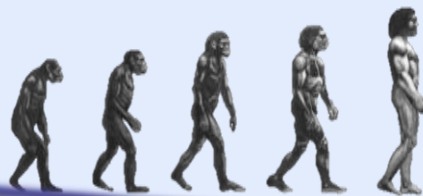
## Jornadas





# Seminarios





## Cursos

