

Cátedra Endesa Red

Memoria anual 2019

<u>Organización de la Catedra</u>	5
<u>Cursos</u>	9
<u>Jornadas</u>	27
<u>Seminarios Docentes</u>	53
<u>Congresos Internacionales</u>	83
<u>Conferencias</u>	93
<u>Premio Trabajo Fin de Grado</u>	107
<u>Premio Trabajo Fin de Master</u>	111
<u>Proyectos y Transferencia Tecnologica</u>	115
<u>Publicaciones</u>	141
<u>En los medios</u>	145



endesa

Organización

ORGANIZACIÓN



D. José Guadix Martín
Vicerrector de Transferencia
del Conocimiento
Universidad de Sevilla



D. Francisco Rodríguez Rubio
Director de la Escuela Técnica
Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



Dª. Esther Romero Ramos
Directora del Departamento
de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Sevilla



D. Francisco Arteaga Alarcón
Director General Territorial para
Andalucía y Extremadura
Endesa



Dª. Pilar Nieto Hernández
Network Technology Iberia



D. José Luis Pérez Mañas
Director de Endesa Distribución
Andalucía Occidental



D. Antonio Gómez Expósito
Catedrático de Ingeniería Eléctrica.
Universidad de Sevilla

DIRECTOR



D. Jacob Rodríguez Rivero
Responsable de Proyectos de Innovación
en Network Technology Iberia

DIRECTOR ADJUNTO

Cursos

□ IV Edición Escuela de Energía

UIMP CÁTEDRA-ENDESA. Sevilla

IV Edición Escuela de Energía UIMP-CÁTEDRA ENDESA

“Los Servicios de Red en Sistemas Eléctricos
Descarbonizados”

24 y 25/04/2019



Al acto asistieron la Directora de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, D^a. Encarnación Aguilar Criado, la Presidenta de la Fundación Valentín de Madariaga, D^a. Ángela Madariaga; el Director de Network Technology de Enel, D. Robert Denda; el jefe de demarcación Sur de Red Eléctrica de España, D. Pablo Relimpio Astolfi; el Director de la Cátedra Endesa, D. Antonio Gómez Expósito, y los directores del Curso, D. José Luis Martínez Ramos y D. Jacob Rodríguez Rivero.

La generación descentralizada, relacionada con el aumento de las fuentes renovables; la electrificación, con el aumento del vehículo eléctrico y sus necesidades, y el nuevo rol de los clientes, que pasan de ser consumidores a prosumidores, son algunos de los retos que van a analizarse en la jornada, tal y como ha expuesto en su intervención el director de tecnologías de red del Grupo ENEL, D. Robert Denda.

El Sr. Denda ha señalado que se prevé que, hacia 2040, el 50% del consumo de energía a nivel mundial será eléctrica, lo que exige cambios en la gestión que pasan o bien por reforzar las redes o bien por la introducción de la inteligencia artificial y de mecanismos de flexibilidad.

En este contexto, además, “el cliente es más exigente” y pasa a gestionar “de manera activa el consumo, la generación o el almacenamiento de energía a nivel local”, según ha explicado D. Robert Denda.

Por su parte, el catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla y director del curso, D. Luis Martínez Ramos, ha destacado que en los dos días de esta Escuela se analizarán los “nuevos proyectos y tecnologías que se están desarrollando” para “garantizar el suministro eléctrico, con seguridad y fiabilidad”, en un contexto en el que la generación tradicional se está viendo sustituida por “recursos distribuidos, más complejos de gestionar”.

La Escuela, que se celebra bajo el lema ‘Los servicios de red en sistemas eléctricos descarbonizados’, acogió una ponencia sobre ‘Servicios complementarios en redes de distribución’, en la que D. Luis Alberto Ramos, de los Centros de Control Sur de Endesa, y D. Daniel Davi, de Operación y Mantenimiento de Endesa distribución, analizaron los servicios complementarios que requiere la red de distribución para conectar, en toda España, otros 53.000 megavatios procedentes de renovables hasta 2030 y cumplir así con los objetivos de descarbonización.

Estos expertos, que ponen a España como ejemplo de éxito en la integración de renovables, explicarán cómo la nueva capacidad renovable transformará el mix de generación, sustituyendo las grandes plantas convencionales por plantas renovables de menor potencia nominal, conectadas en emplazamientos y puntos de la red ligeramente diferentes.

Por su parte, los responsables de proyectos de Innovación de Endesa D. Miguel Pardo y D. Javier Leiva presentaron Coordinet, el proyecto de demostración a gran escala de la flexibilidad de la red de distribución que la compañía lidera a nivel europeo.





UIIMP ENFOQUE

La Unión Europea tiene entre sus objetivos prioritarios que Europa sea una economía segura, sostenible y resiliente con el clima, en el contexto de la lucha contra el cambio climático. En esta sentido, la Red de 2014-2020 europea promueve la consecución de objetivos como Horizonte 2020, para una economía prospera, sostenible, competitiva y resiliente desde el punto de vista del clima. Como es lógico, dicho compromiso implica la necesidad de un mayor nivel de ambición en el sistema energético europeo, incorporando de más del 70% de las inversiones de gases de efecto invernadero, con la intención de mejorar la eficiencia energética y el uso de energías renovables, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y el uso de combustibles de origen nuclear, reduciendo la huella de carbono de la generación eléctrica y favoreciendo el crecimiento en sectores estratégicos de la economía como el transporte aéreo y marítimo.

Respecto a los servicios de red, la implementación de un sector eléctrico resiliente requiere de profesionales que se necesitan desarrollar multidisciplinariamente. De este modo, la prioridad de servicios complementarios, la creación de redes de gestión activa de la demanda, nuevos modelos de generación y gestión de energía distribuida y los consumidores Resilientes, se uno de los principales objetivos para el crecimiento y el desarrollo sostenible. También cabe destacar la necesidad de tener servicios que permitan el control del balance entre generación y consumo de energía de manera en los países descarbonizados, ya que los países que han cambiado sus modelos de generación, han alcanzado niveles de descarbonización Resiliente y una gestión integrada por parte del Operador del Sistema (OS).

El objetivo de la Unión es proporcionar el estado del arte y las mejores prácticas de los proyectos de los servicios de red en los países que están empezando a descarbonizar sus sistemas eléctricos, así como el estado del arte de los proyectos de los servicios de red en los países que ya han alcanzado niveles de descarbonización Resiliente y una gestión integrada por parte del Operador del Sistema (OS).

Objeto de colaboración: Plan de actividades desde el 1 de marzo hasta el 31 de marzo. Plaza de Investigaciones de Innovación, Sevilla.
Ámbito de acción: Sevilla.
Información adicional: Se valorará el conocimiento en el sector eléctrico y en el desarrollo de proyectos de servicios de red en los países que ya han alcanzado niveles de descarbonización Resiliente y una gestión integrada por parte del Operador del Sistema (OS).
Información de contacto: Miguel González Ruiz, Director Regional de Red Eléctrica Española, REE.
 Email: miguel.gonzalez@ree.es
 Teléfono: +34 91 370 0100

www.uisimp.es



SEVILLA
PRIMAVERA 2019

IV EDICIÓN ESCUELA DE ENERGÍA
UIIMP-CÁTEDRA ENDESA
Los servicios de red en sistemas eléctricos descarbonizados

Sevilla, 24 y 25 de abril del 2019.

Director: José L. Martínez Ramos
 Comisario de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla.

Co-director: Jesús Rodríguez Ramos
 Responsable de Innovación, Envidia Distribución.

Secretario: Miguel González Ruiz
 Director Regional de Red Eléctrica Española, REE.

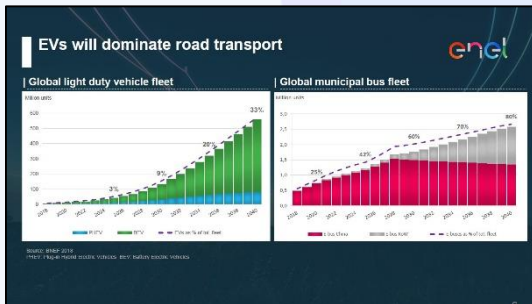
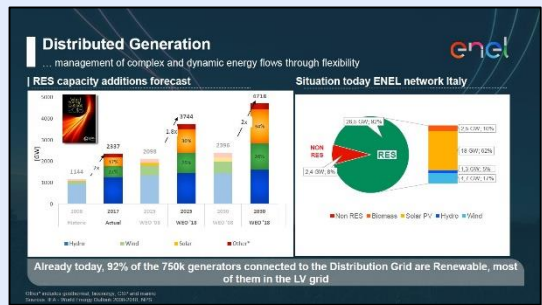





Apertura y Presentación

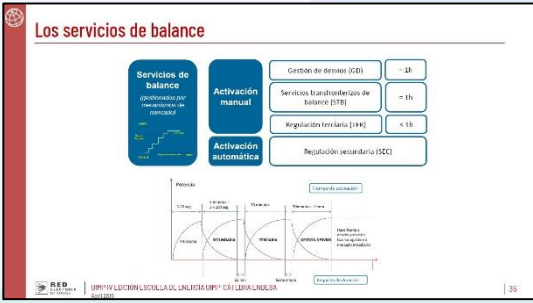
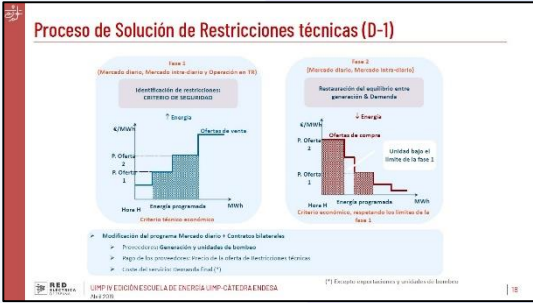
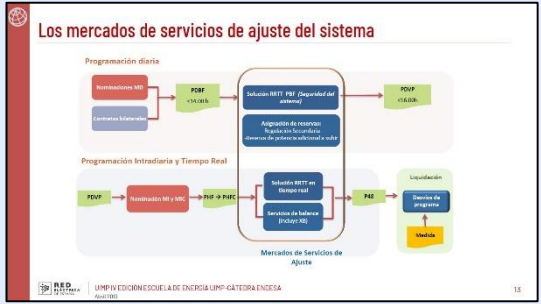
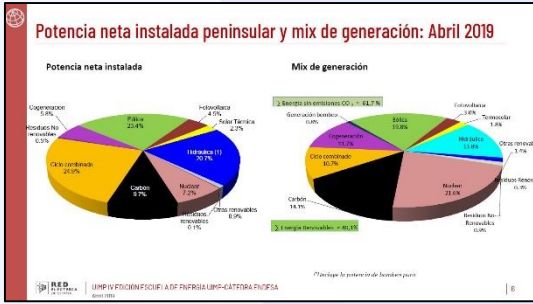
Ponencia: “Grid Resilience and Flexibility”

A cargo de **D. Robert Denda**
 Director de Network Technology de Enel



Bloque I: Los Servicios Complementarios de Red: Conceptos Básicos y Perspectiva Internacional

Ponencias “Servicios Complementarios para la regulación de frecuencia y Balance de Energía” y “Servicios Complementarios para la Resolución de Congestionamientos”
 A cargo de **D. Alberto Gil Martínez**
 Técnico del Área de Apoyo de CECOEL. Red Eléctrica Española



Bloque I: Los Servicios Complementarios de Red: Conceptos Básicos y Perspectiva Internacional

Ponencia: “Vertiente Económica de los Servicios Complementarios”

A cargo de **D. Jesús Manuel Riquelme Santos**
Catedrático de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Sevilla



ESCUELA DE ENERGÍA
UIMP-ENDESA

Los servicios de red en sistemas eléctricos descarbonizados

Vertiente económica de los servicios complementarios

Jesús Riquelme Santos
Catedrático de la Universidad de Sevilla

Superposición de costes.

Se superponen costes de varios mercados, costes regulados y varios impuestos

BLOQUES DE COSTES	COSTES	CARÁCTER
COSTES DEL MERCADO DE PRODUCCIÓN	Pool	Libre (por hora)
	Restricciones Técnicas y Servicios de Operación	Libre
	Margen de comercialización	Libre
	Pagos de Energía	Regulado (por periodo)
COSTES REGULADOS	Pagos de Potencia	Regulado
	Pagos por Capacidad	Regulado (por periodo)
	Pérdidas de Transporte y Distribución	Regulado (por hora)
	Restricciones de los Operadores	Regulado
	Alquiler del Equipo de Medida	Regulado
	Impuesto Municipal	Regulado
IMPUESTOS	Impuesto Eléctrico	Regulado
	IVA	Regulado

Superposición de costes.

¿Qué precio se paga en los distintos mercados?

Gráfico 8. Componentes del precio final medio de generación de electricidad que soporta la Demanda peninsular




Fuente: CNMC

Mercado Restricciones PDBF 2016

Hay algo más de 20 unidades que participan más de 2500 horas en las RRTT. De estas BES4 participó en 8256 horas del año.

Centro	Horas participando
BES4	8256
BES1	8000
BES2	7000
BES3	6000
BES5	5000
BES6	4000
BES7	3000
BES8	2000
BES9	1000
BES10	1000
BES11	1000
BES12	1000
BES13	1000
BES14	1000
BES15	1000
BES16	1000
BES17	1000
BES18	1000
BES19	1000
BES20	1000
BES21	1000
BES22	1000
BES23	1000
BES24	1000
BES25	1000
BES26	1000
BES27	1000
BES28	1000
BES29	1000
BES30	1000
BES31	1000
BES32	1000
BES33	1000
BES34	1000
BES35	1000
BES36	1000
BES37	1000
BES38	1000
BES39	1000
BES40	1000
BES41	1000
BES42	1000
BES43	1000
BES44	1000
BES45	1000
BES46	1000
BES47	1000
BES48	1000
BES49	1000
BES50	1000
BES51	1000
BES52	1000
BES53	1000
BES54	1000
BES55	1000
BES56	1000
BES57	1000
BES58	1000
BES59	1000
BES60	1000
BES61	1000
BES62	1000
BES63	1000
BES64	1000
BES65	1000
BES66	1000
BES67	1000
BES68	1000
BES69	1000
BES70	1000
BES71	1000
BES72	1000
BES73	1000
BES74	1000
BES75	1000
BES76	1000
BES77	1000
BES78	1000
BES79	1000
BES80	1000
BES81	1000
BES82	1000
BES83	1000
BES84	1000
BES85	1000
BES86	1000
BES87	1000
BES88	1000
BES89	1000
BES90	1000
BES91	1000
BES92	1000
BES93	1000
BES94	1000
BES95	1000
BES96	1000
BES97	1000
BES98	1000
BES99	1000
BES100	1000



Se puede observar que 4 de 16 centrales participan más de 6000 horas al año (BES4, SROQ1, MALA1, SAGUZ) pertenecen a GN

Aportación RRTT por provincias (en GWh)

Conclusiones

- El coste no es muy alto si se considera el beneficio que supone. No obstante, podría reducirse.
- Mercado Restricciones no es puntual, la solución en manos de unas pocas empresas y estas pueden adelantarse.
- Mercado de capacidad no es competitivo.
- El coste de la interrumpibilidad es elevado considerando el reducido uso efectivo que en los últimos años ha venido haciéndose del mismo

¿Existen alternativas?

- Mercado Restricciones.** Fijación de precios máximos y mínimos, coste marginal (auditados), mejoras de infraestructuras.
- Mecanismo de capacidad.** Evaluación de esta necesidad, en un sistema con sobrecapacidad, introducción de competencia.
- Servicio de interrumpibilidad** (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) el operador del sistema debería desarrollar una metodología de necesidades de cobertura, en lugar de introducir la consideración del volumen de interrumpibilidad como un dato de partida en el análisis de cobertura.
- Potenciación del mercado intradiario continuo (junio de 2018)


Bloque I: Los Servicios Complementarios de Red: Conceptos Básicos y Perspectiva Internacional

Ponencia: "Contribution of Distributed Energy Systems to Ancillary Services: The H2020 EASY-RES Project"

A cargo de **D. Juan M. Mauricio**
 Profesor de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Sevilla



Contribution of distributed energy systems to ancillary services




Departamento de Ingeniería Eléctrica
 Juan Manuel Mauricio

Abril 2019

(Universidad de Sevilla) Grid integration Abril 2019 17/45

EASY-RES H2020 project EASY-RES Introduction

EASY-RES Introduction




- Enable Ancillary Services by Renewable Energy Sources
- EASY-RES is a **Horizon 2020** research project
- Devoted to improve energy security by allowing very **high penetration** (up to 100%) of **Renewable Energy Sources (RES)**
- **Decommission of large Synchronous Generators (SG)** driven by conventional fuels.
- The high RES penetration will be achieved by making their variable generation more **predictable and grid friendly**.

(Universidad de Sevilla) Grid integration Abril 2019 39 / 45

EASY-RES H2020 project EASY-RES Consortium

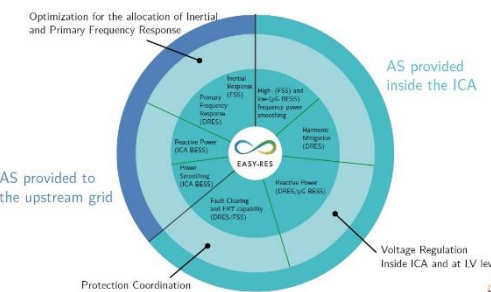
EASY-RES Consortium



(Universidad de Sevilla) Grid integration Abril 2019 40 / 45

EASY-RES H2020 project ICA Functionalities

ICA Functionalities



(Universidad de Sevilla) Grid integration Abril 2019 43 / 45

Conclusions

- Future power systems will have large amount of DRES based on CIG.
- Ancillary services can be provided by DRES with storage and control modifications.
- In some cases DRES-CIG can improve current power systems behavior.

(Universidad de Sevilla) Grid integration Abril 2019 44 / 45

Bloque I: Los Servicios Complementarios de Red: Conceptos Básicos y Perspectiva Internacional

Ponencia: “Contribución de Sistemas FACTS y HVDC a los Servicios Complementarios”

A cargo de **D. José María Maza Ortega**
 Profesor de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Sevilla




Power Engineering Group

Contribución de sistemas FACTS y HVDC a los servicios complementarios

José María Maza Ortega
 jmmaza@us.es

IV Edición Escuela de Energía
 UIMP – Cátedra Endesa

Sevilla, 24 de abril de 2019




Introducción

- Elementos clásicos que proporcionan servicios complementarios:
 - Generación:
 - Control de la turbina
 - Control de la excitación (AVR)
 - Transporte y/o distribución:
 - Baterías de condensadores/reactancias
 - Transformadores con tomas bajo carga (OLTC)
 - Compensación serie líneas
 - Transformadores desfasadores
- Nuevos elementos de control:
 - Generación renovable
 - Demanda
 - Dispositivos electrónicos de potencia: FACTS y HVDC

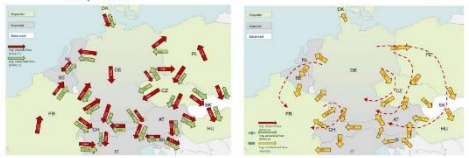


Power Engineering Group




Aplicaciones de FACTS y HVDC

- Transporte:
 - Control de flujos de potencia:
 - Loop flows




Fuente: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/201310_loop_flows_study.pdf

Power Engineering Group




Aplicaciones de FACTS y HVDC

- Distribución:
 - Compensación dinámica de tensión:
 - Sustitución de dispositivos electromecánicos por electrónicos
 - Sensibilidad a las condiciones de alimentación de la red
 - Imposibilidad de evitar los huecos de tensión
 - Compensación:
 - Serie: Dynamic Voltage Restorer (DVR)
 - Serie-paralelo: Unified Power Quality Controller (UPQC)

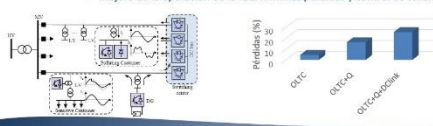


Power Engineering Group



Aplicaciones de FACTS y HVDC

- Distribución:
 - Operación mallada flexible:
 - Nuevos agentes: generación distribuida y vehículo eléctrico
 - ¿Deben mantenerse las redes de distribución radiales?
 - Alternativa: utilización de enlaces flexibles de electrónica de potencia
 - Ventajas:
 - Maximización de penetración de renovables/vehículo eléctrico
 - Retraso de inversiones convencionales: trafo MT/BT y cables/líneas
 - Mejora de la operación de la red: mínimas pérdidas y control de tensiones



Power Engineering Group

Bloque II: Hacia el Cambio de Paradigma Regulatorio: Nuevos Actores para Nuevas Necesidades

Ponencia: "Servicios Complementarios en Redes de Distribución: La Necesidad del DSO"

A cargo de **D. Luis Alberto Ramos Díaz**, Centros de Control Sur de ENDESA y **D. Daniel Davi Arderius**, O&M Endesa Distribución-Miembro AELEC en Grupos Código de RED



Servicios complementarios en Redes de Distribución

La necesidad del DSO

24/04/2019

Generación renovable

Red de Distribución

- Incremento de renovables
- En algunas regiones hay una elevada concentración de capacidad instalada

	hoy	corto plazo*	H2026**
A Andalucía y Extremadura Red Distribución (EDE)	4.000 MW	+ 1.000 MW	+ 7.000 MW
A Aragón y Soría Red Distribución (EDE)	1.300 MW	+ 1.500 MW	+ 3.000 MW

Demanda máxima Aragón es de **1.761 MWh**

* AT y MT anales de inversión. Fuente: Redes Distribución Península (RDP). ** Estimación

Transición Energética

Inventario (número) Plantas Generación Fotovoltaica y Eólica (Peninsular)

INVENTARIO GENERACIÓN RENOVABLE (2018)

- +88% de plantas fotovoltaicas frente a marzo de 2018
- +79% de plantas eólicas frente a 2016

Fuente: IBERDROLA a 14/12/2018. La potencia de cada instalación se contemplará con el campo "Potencia instalada (kW)". No se han considerado entornos de operación de las instalaciones.

Transición Energética

Escenarios del Informe de la Comisión Expertos

Las potencias a instalar de las renovables (peninsular) es superior a la generación convencional a sustituir.

Energía	Escenario 2030			Escenario 2030		
	MW Generación	MW Potencia Instalada	% Suficiente	MW Potencia Instalada	% Suficiente	
Nuclear	7.117	7.117	0%	0	0%	
Gas	6.536	6.536	99%	647	9%	
Eólicas	21.200	21.200	0%	21.200	+95%	
Fotovoltaicas	21.200	21.200	+10%	21.200	+10%	
Renovables	48.117	48.117	+106%	48.117	+106%	
Terrestres	2.300	2.300	0%	2.300	0%	
Otras renovables	887	7.500	+736%	7.500	+736%	
Organización	6.536	6.536	+7%	6.536	+7%	
Otros	0	2.558	+50%	242.322	+43%	

+53.583 MW (+107%) de nueva capacidad eólica y solar

+5.000 MW / año de nueva capacidad eólica y solar

Fuente: Análisis y modelado para la implementación (Transición de Fuentes de Transición Energética)

Servicios Complementarios DSO

Resumen proceso de implantación y Proyectos de Innovación en Endesa

	Acción	Objetivo	Proyectos Endesa
DSO	Desarrollo del estimador de estado de operación	Detectar (en ante) posibles problemas y la necesidad de servicios complementarios	mondo
	Mejora de las latencias en tiempo real de la Red de Distribución (V, I, P, Q)	Detectar (tiempo real) posibles problemas y la necesidad de servicios complementarios	mondo
Generación y Demanda	Coordinación técnica y operativa DSO-TSO	Definir una coordinación DSO-TSO para la gestión y activación de serv. complementarios	coordi
	Mejora del intercambio de información con el Gestor de Red	Enviar medidas en tiempo real al Gestor de Red y recibir sus órdenes	mondo
Marco Regulatorio	Mejora de las capacidades técnicas generación y demanda	Tener capacidad de prestar servicios complementarios	coordi
	Desarrollo de la regulación técnica para generación y demanda	Definir procesos y requisitos para la habilitación de unidades para cada servicio	coordi
Marco Regulatorio	Evolución de la regulación operativa del Gestor de Red de Distribución	Evolucionar hacia un DSO Activo con capacidad de gestionar y activar los servicios	coordi
	Reglas de activación, liquidación y/o remuneración de serv. complementarios	Definir reglas de mercado claras, transparentes y no discriminatorias	coordi

Bloque II: Hacia el Cambio de Paradigma Regulatorio: Nuevos Actores para Nuevas Necesidades

Ponencia: "Servicios Complementarios del Sistema para el Nuevo Paradigma de la Transición Energética y el Mercado Interior de la Electricidad. Modelo de Gestión"

A cargo de **D. Alberto Gil Martínez**,
Técnico del área de apoyo de CECEOEL. Red Eléctrica Española

Servicios complementarios del sistema para el nuevo paradigma de la transición energética y el mercado interior de la electricidad. Modelo de gestión. Los servicios de red en los sistemas eléctricos descarbonizados.

24 de abril de 2019

La Transición Energética. Generación renovable.

Año	Capacidad (GW)	Comentarios
2018	22,8	4,608 MW de renovables
2020	27,5	Plan de renovables
2020	29,5	Plan de renovables
2030	31 + 47,5	Asignación de renovables en el plan de renovables 2020-2030

Escenario de referencia. Escenario DG 2030

Categoría	Valor
Demanda (TWh)	396
Demanda punta (MW)	66.000
Coste de generación	2,4 M€/MWh
Capacidad instalada en España (MW)	140.000
Capacidad renovable en España (MW)	140.000
Capacidad térmica en España (MW)	140.000
Capacidad hidráulica en España (MW)	140.000
Capacidad nuclear en España (MW)	140.000
Capacidad solar en España (MW)	140.000
Capacidad eólica en España (MW)	140.000
Capacidad hidroeléctrica en España (MW)	140.000
Capacidad geotérmica en España (MW)	140.000
Capacidad biomasa en España (MW)	140.000
Capacidad fotovoltaica en España (MW)	140.000
Capacidad eólica terrestre en España (MW)	140.000
Capacidad eólica marina en España (MW)	140.000
Capacidad hidroeléctrica en España (MW)	140.000
Capacidad geotérmica en España (MW)	140.000
Capacidad biomasa en España (MW)	140.000
Capacidad fotovoltaica en España (MW)	140.000
Capacidad eólica terrestre en España (MW)	140.000
Capacidad eólica marina en España (MW)	140.000

Plataformas EU de activación de energías de balance

- TERRE (go live en Q4 2019)**
 - Proyecto de referencia europeo del producto RR (servicio de ajuste)
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
- IGCC (integración de RED prevista en Q4 2020)**
 - Proyecto de referencia europeo del producto RR (servicio de ajuste)
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
- MARI (go live en Q4 2021)**
 - Proyecto de referencia europeo del producto RR (servicio de ajuste)
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
- PICASSO (go live en Q4 2021)**
 - Proyecto de referencia europeo del producto RR (servicio de ajuste)
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas
 - Proyecto de referencia europeo para el caso de necesidades específicas

Esquema funcional plataformas de balance

Funciones de la plataforma balance:

- Activación de energías
- Liquidación TSO-TSO

Cada TSO, responsable de:

- Proceso de precalificación
- Liquidación al proveedor del servicio
- Monitorización

MARI - Tiempos previstos

Time To Restore the Frequency (TFRF), requerimiento de la SO GL: activación ≤ 15 min

Comunicaciones (30s) x 3 + Casación (1 minuto) = 2,5 min

FAT = 12,5 minutos

Funcionamiento de la plataforma europea aFRR (Concepto de control demand)

El aFRR en TR envía a cada TSO una señal de corrección en función de las asignaciones realizadas sobre la escalera común de ofertas de energía disponibles y la capacidad de intercambio.

Cada TSO es responsable de incluir esa señal en su lazo de control y activar solamente las ofertas asignadas en el CMOL europeo.

Funcionamiento técnico de la plataforma europea aFRR. Activación por orden de mérito

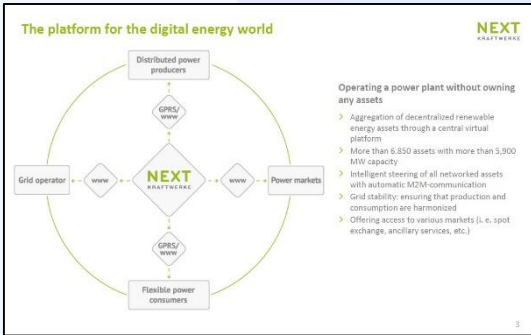
Según lo establecido en la ERGA, la activación de energía debe corresponder a un orden de mérito de ofertas de energía de aFRR (actuación únicamente de las ofertas de energía más competitivas).

El RCP debe ser totalmente coherente a la hora de activar en tiempo real las ofertas de energía secundaria asignadas en la plataforma europea CMOL (sin promoción entre zonas de regulación) por tanto, factores de reparto RFR en las zonas participantes:

- ser iguales a la cuota de mercado de reserva secundaria del ID-D
- ser iguales a los valores asignados en tiempo real en la CMOL europea en M0

Bloque III: The Need for Coordination Among the Different Agents

Ponencia: “Virtual Power Plants and the Provision of Ancillary Services” A cargo de D. Jan Aengenvoort, Next Kraftwerke. Germany



The Next Box

Connect, collect & control

What kind of data exchanged?

Basic data model

Designation	direction	Unit
Active power	receive	kW
Availability signal	receive	0/1
Grid connect	receive	0/1
Activation	send	kW
Set point	send	kW

Optional additional information

Designation	direction	Unit
Level information	receive	%
Battery SOC	receive	%
Frequency	receive	Hz
Warning	receive	0/1
Wind speed	receive	m/s



Tapping into demand-side flexibility

Overview – Industrial production – Melting tank


- Operation of a melting tank for the production of glass fibers
- Heat supply fossil and electric
- Flexibility of 1.7 MW
- Provision of positive balancing service (aFRR)
 - reaction time: 30 sec.
 - full power reduction within 5 minutes

Benefits


- Additional use in the context of peak load management
- Revenues:
 - 2012: approx. 100.000 € / MW * year
 - 2018: approx. 20.000 € / MW * year

Regulatory Barriers

- Missing incentives for flexible load operation



Outlook – VPPs worldwide – Local Balancing Services



Tesla's giant 'Virtual Power Plant' made of 50k homes and Powerwalls enters 2nd phase

Bloque III: The Need for Coordination Among the Different Agents

Ponencia: "Proyectos I+D: hacia la flexibilidad de la DSO."

A cargo de **D. Javier Leiva** y **D. Miguel Pardo**,
Network Technologies Iberia. New Technologies & Innovation. Endesa Distribución.



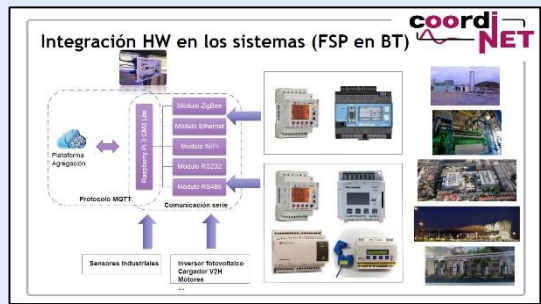
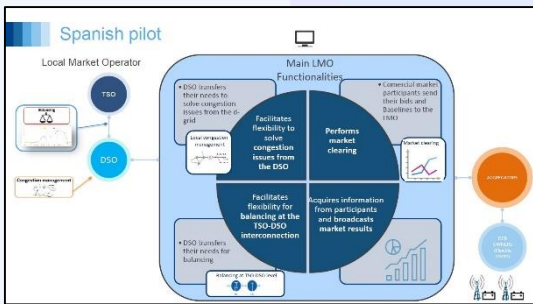
Proyectos I+D: hacia la flexibilidad de la DSO

Monica / Pastora / SmartNet / CoordiNet

Javier Leiva
Miguel Pardo

Network Technologies Iberia
New Technologies & Innovation
Endesa Distribución

25/04/2019



Bloque III: The Need for Coordination Among the Different Agents

Ponencia: "INTERFACE" A cargo de D. Pedro Rodríguez Cortés, Director del Instituto de Ciencia y Tecnología. Universidad Loyola Andalucía

INTERFACE

TSO-DSO-Consumer INTERFACE architecture to provide innovative grid services for an efficient power system

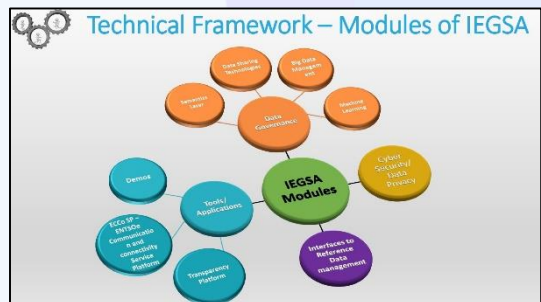
Project presentation

EU project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 833787

Technical & Operational Objectives

- Develop a pan-European Grid Service architecture (market and services design)
- Demonstrate a seamless pan-EU market (Linking wholesale and retail market, locational flexibility approach)
- Demonstrate mechanisms to engage the consumer (Microgrid with self-consumption, peer-to-peer local transactions)
- Implement/Test Semantic Data Model, secure plug-n-play data exchange interface, digital technologies (Blockchain, data analytics, IoT, AI)
- Demonstrate services for congestion management and local flexibility
- Develop and demonstrate a platform to facilitate further R&D and market opportunities
- Develop a business case and promote startups, involve external stakeholders

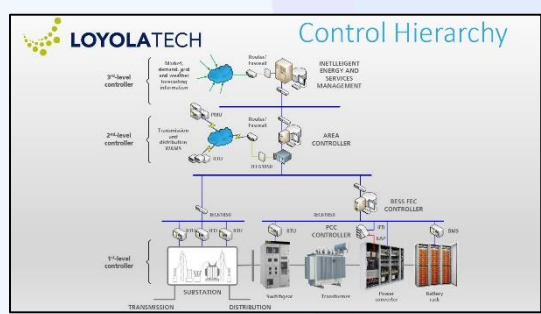
Phases: New developments → Demonstration of new concepts → Business creation



Our technology

The Intelligent Flexible Node (IFN)

It is an advanced substation, which, in addition to conventional transformation, protection, regulation, operation, and monitoring systems, integrates advanced grid interactive control systems, modern power converters and energy storage capabilities, based on electrochemical batteries, that enable active functionalities addressed to enhance the grid stability, the power system flexibility and the optimal use of electrical energy.

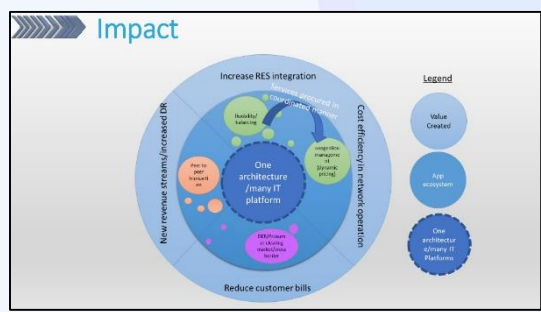


WP5

Pilot Deployment, Demonstration and Evaluation – Demo Area 1 (congestion management)

Focus:

- Using intelligent distribution nodes at the distribution level, with energy storage and power flow managing capacity, as an effective mechanism to procure energy balancing and congestion management, aiding the DSOs, TSOs, but also any Balancing Responsible Party (BRP).
- Valuing aggregated demand response as an operative solution for providing system flexibility and thereby increasing the share of small renewables at the distribution level.
- Establishing technical methodologies and procedures to generate descriptive and predictive models of aggregated consumers at the distribution level.
- Appraising efficacy of aggregated distribution nodes to provide ancillary services to system operators.



Round Table: The Point of View of the Involved Stakeholders



De izquierda a derecha: D. Jan Aengenvoort, D. Juan Bola Merino,
D. Antonio Gómez-Expósito, D. Jorge Sánchez Cifuentes y D. Pedro Rodríguez Cortés

Conclusiones y Clausura



Jornadas

- II Jornadas de Economía Eléctrica.
- 25 Aniversario Capítulo Español PES del IEEE.
- Workshop Renewable. Sevilla.
- Los retos del coche eléctrico.
- Jornadas sobre Almacenamiento de Energía Eléctrica.
- Presentación Cátedras de ENDESA.

“II Jornada de Economía Eléctrica” Sevilla

27/03/2019



II JORNADA DE ECONOMÍA ELÉCTRICA

Sevilla, 27 de marzo de 2019

Asistencia gratuita previa inscripción en el correo:

Jornadadeeconomiaelectrica@gmail.com

Salón de Grados. Escuela Superior de Ingenieros.- De 15:30 A 20:30 -

PROGRAMA:

15,30 APERTURA E INTRODUCCIÓN A LA JORNADA

Francisco Rodríguez Rubio. Director de la Escuela de Ingenieros de la US -
Angel ARCOS VARGAS. Universidad de Sevilla.

15,45 IMPACTO MACROECONÓMICO DEL SECTOR ELÉCTRICO. Carlos
Usabiaga. Universidad Pablo de Olavide.

16,30 EFECTOS ECONÓMICOS Y MEDIOAMBIENTALES DE LA ELECTRO-
MOVILIDAD EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS INPUT OUTPUT
MEDIOAMBIENTALMENTE EXTENDIDO. Manuel Ordóñez. Universidad de
Sevilla.

17:15 PROPIEDAD INDUSTRIAL Y EL SECTOR ELÉCTRICO. Gerardo PENA.
Oficina Española de Patentes y Marcas. MINISTERIO DE INDUSTRIA.

18:15 VEHICULO ELÉCTRICO. TECNOLOGÍAS Y EXPERIENCIAS
INTERNACIONALES. José María MAZA. Universidad de Sevilla.

18:30 ANÁLISIS COMPARATIVO A NIVEL INTERNACIONAL DE LA
EXPANSIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO. Fernando Núñez. Universidad de
Sevilla

18:45 EL NEGOCIO DE LA RECARGA DE VEHICULOS ELÉCTRICOS:
NECESIDAD DE AYUDAS PÚBLICAS. Angel ARCOS VARGAS- Universidad de
Sevilla.

19:00 IMPLANTACIÓN DE LOS SERVICIOS ENERGÉTICOS EN LA
ADMINISTRACIÓN LOCAL. Juan Carlos Durante. ESCO Consulting.

20,00 MESA REDONDA. –

20:20 CLAUSURA DE LAS JORNADAS

20:30 FIN DE LAS JORNADAS



Jornadas

“25 Aniversario Capítulo Español PES del IEEE” Madrid

29/04/2019



Mesa redonda con los fundadores:

Dr. Ing. Carlos Álvarez Bel.

Dr. Ing. Antonio Gómez Expósito.

Dr. Ing. Luis Rouco Rodríguez.

Dr. Ing. José Luis Sancha Gonzalo (pr. 1969).

Moderó: Dr. Ing. Jesús Fraile Ardanuy; Presidente del IEEE Spain.




The Power and Energy Society (PES) is one of the 37 Societies belonging to IEEE. The scope of the PES is all related areas with systems and equipment for the generation, transport, distribution and usage of electric energy.

The Spanish IEEE Power and Energy Society Chapter (former Power Engineering Society Chapter) was established in 1994. The principal functions of a Society Chapter are to promote activities within the scope of the Society and assist the Society Officers and Committees in the conduct and coordination of Society activities.


Jornadas

“Workshop Renewable, 8TH Edition”
Sevilla

07/05/2019



**WORKSHOP
RENEWABLE**
SEVILLE MAY 7TH 2019
8TH EDITION



WORKSHOP ESPAÑA


- 09:30
Recepción Café
- 09:45
Bienvenida. Beltrán Calvo (CEO de Isotrol)
- 10:00 **MESA REDONDA I**
La revolución digital al servicio de la mejora en la operación.
El machine learning como herramienta para la identificación de causas raíz.

Moderador: Pablo Villalba (Terraform Global)
Ponente: Miguel Colomo (EGP) 10 min.
Ponente: Helena Manzanares (FRV) 10 min.
Ponente: Estefanía de Osma (ISOTROL) 10 min.
Debate: 15 min.
- 11:00 **MESA REDONDA II**
El paradigma de la estabilidad de red y la gestionabilidad de las energías renovables. El almacenamiento y las nuevas tecnologías como respuesta.

Moderador: Rafael González (EGP)
Ponente: Antonio Gómez (Universidad Sevilla) 10 min.
Ponente: Luis Alberto Fernández (Saeta) 10 min.
Ponente: Alberto Ceña (AEE) 10 min.
Debate: 15 min.
- 12:00 **MESA REDONDA III**
Presente y futuro de las energías renovables.
Nuevos mercados y evolución de los mercados existentes

Moderador: Carlos Solé (KPMG)
Ponente: Ricardo Monzón (Genieía) 10 min.
Ponente: Álvaro García (Prodiel) 10 min.
Ponente: Juan Fernández (Sonnedix) 10 min.
Debate: 15 min.
- 13:00
Conclusiones y cierre.
- 13:15
Visita a la Feria de Sevilla

● Fundación Valentin de Madariaga
Avenida de María Luisa, s/n
41013 Sevilla



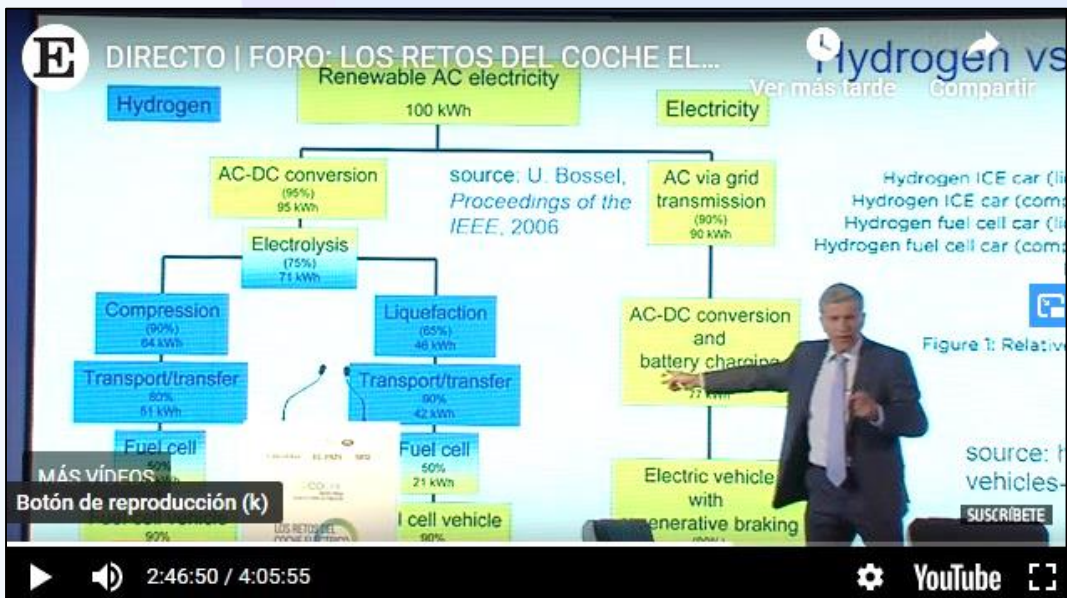


<https://www.youtube.com/watch?v=KNCXpDQP3cE&feature=youtu.be>

Jornadas

“Los retos del coche eléctrico”
Madrid

11/07/2019



Jornadas

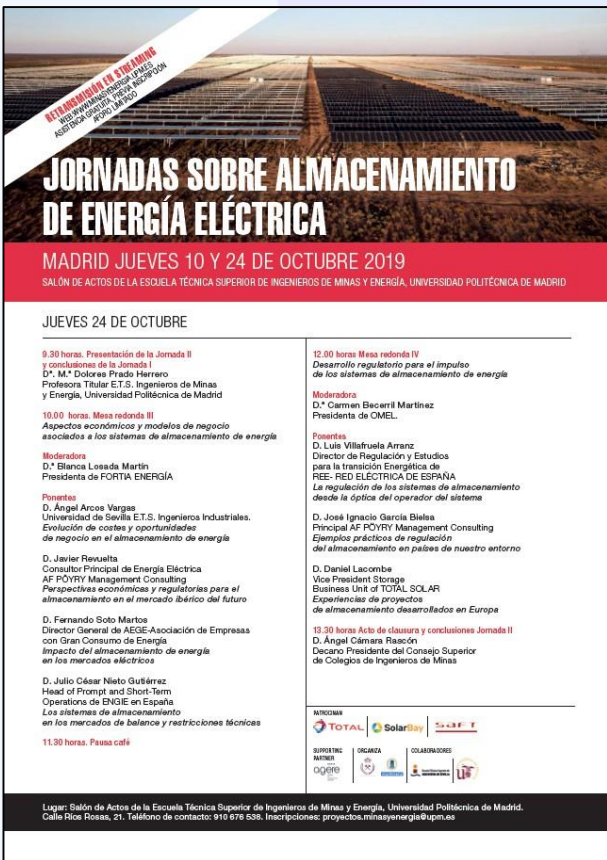
“Jornadas sobre Almacenamiento de
Energía Eléctrica”

Madrid

10 y 24/10/2019



<https://sslwebcast.com/almacenamiento/video.htm?video=02>




ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
 10.00 horas: Mesa redonda III
 Aspectos económicos y modelos de negocio asociados a los sistemas de almacenamiento de energía

JORNADAS SOBRE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
 MADRID JUEVES 10 Y 24 DE OCTUBRE 2019
 SALÓN DE ACTOS DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

JUEVES 24 DE OCTUBRE

<p>9.30 horas. Presentación de la Jornada II y conclusiones de la Jornada I D.ª M.ª Dolores Prado Herrero Profesora Titular E.T.S. Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid</p> <p>10.00 horas. Mesa redonda III Aspectos económicos y modelos de negocio asociados a los sistemas de almacenamiento de energía</p> <p>Moderadora D.ª Blanca Losada Martín Presidenta de FORTIA ENERGÍA</p> <p>Intervistas D. Ángel Arcos Vargas Universidad de Sevilla E.T.S. Ingenieros Industriales. Evolución de costes y oportunidades de negocio en el almacenamiento de energía</p> <p>D. Javier Revuelta Consultor Principal de Energía Eléctrica AF PÓVRY Management Consulting Perspectivas económicas y regulatorias para el almacenamiento en el mercado ibérico del futuro</p> <p>D. Fernando Soto Martínez Director General de AEGE-Asociación de Empresas con Gran Consumo de Energía Impacto del almacenamiento de energía en los mercados eléctricos</p> <p>D. Julio César Nieto Gutiérrez Head of Prompt and Short-Term Operations de ENXIE en España Los sistemas de almacenamiento en los mercados de balance y restricciones técnicas</p> <p>11.30 horas. Pausa café</p>	<p>12.00 horas Mesa redonda IV Desarrollo regulatorio para el impulso de los sistemas de almacenamiento de energía</p> <p>Moderadora D.ª Carmen Bicenill Martínez Presidenta de ONEL</p> <p>Intervistas D. Luis Villafuella Aranz Director de Regulación y Estudios para la transición Energética de REE- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA La regulación de los sistemas de almacenamiento desde la óptica del operador del sistema</p> <p>D. José Ignacio García Bielsa Principal AF PÓVRY Management Consulting Ejemplos prácticos de regulación del almacenamiento en países de nuestro entorno</p> <p>D. Daniel Lacombe Vice President Storage Business Unit of TOTAL SOLAR Experiencias de proyectos de almacenamiento desarrollados en Europa</p> <p>13.30 horas Acto de clausura y conclusiones Jornada II D. Ángel Cámara Rascón Decano Presidente del Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Lugar: Salón de Actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, Calle Rice Rosas, 21. Teléfono de contacto: 910 676 526. Inscripciones: proyectos.minasenergia@upm.es



JORNADAS SOBRE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Jornadas

“Presentación de Cátedras ENDESA” Madrid

27/11/2019

Plan Cátedras Endesa Red 2020-2022

A cargo de **D. Jacob Rodríguez Rivero**
Responsable de Proyectos de Innovación en Network Technology Iberia

Plan Catedras Endesa Red 2020-2022

27/11/2019

e-distribución

Plan de Cátedras 2020-2022

Generación de conocimiento – Transferencia Tecnológica

Códigos Red - Flexibilidad

- Flexibilidad
- Códigos de Red
- Recursos energéticos distribuidos

Sensors (IoT) – TIEPI

- Estación meteorológica Low-Cost
- SmartTower
- Ubicación de pararrayos

DER en Isla – VR

- MICROGRID-BLUE (La Gomera)
- Realidad Virtual Inmersiva
- Estudio de desequilibrios tensionales

IA – Datos de Red

- Estimador de estado MTIBT (Opex Mapping)
- Análisis para reposición de red

PASTORA

Plan de Cátedras 2020-2022

Divulgación Científica

- Evento anual de todas las Cátedras con sede rotatoria (27 Noviembre 2019, Madrid)

Cátedras de Endesa Tec. colaboración con las Universidades para impulsar la innovación

Propuesta de creación dentro de la página de e-distribución de un apartado específico de las Cátedras (unificación de imagen de las Cátedras)

Plan de Cátedras 2020-2022

Divulgación Científica

ECOS 2021
June 20-25, 2021
Las Palmas de Gran Canaria
Alfredo Kraus Auditorio
Gran Canaria, Spain

SESIONES ESPECÍFICAS Y/O CONGRESOS Nacionales/Internacionales de Electrónica (sponsor) (en creación)

SESIÓN CONFERENCIANTES INTERNACIONAL

IEEE

Plan de Cátedras 2020-2022

Fomento del Talento

- Creación premio al mejor proyecto TFG/TFM de todas las cátedras con:
 - Exposición en evento conjunto de las Cátedras
 - Premios:
 - visitas Living Lab e-distribución
 - beca de 1 año en e-distribución para ejecución del proyecto

Plan de Cátedras 2020-2022

Fomento del Talento - Otros

- Becas implant i&D asociadas a Retos
- 1 contrato asociado temática Cátedra
- Transferencia: Grupos de trabajo Flexibilidad (FutureD)
- 2 Becarios no implant asociado a las temáticas de las Cátedras
- Premios TFG y TFM (Cátedras US)
- Transferencia: Open me
- Premios TFG y TFM (Cátedras US)
- Histórico contratos becarios/premiados en ecosistemas de e-distribución
- Transferencia: Monica, Pastora, AerialCore,...

Plan de Cátedras 2020-2022

Universidad de Zaragoza (en creación)

Generación de conocimiento – Transferencia Tecnológica

- Flexibilidad e integración de DER en zona rural con electrónica de potencia

Divulgación Científica

- Seminarios, cursos y jornadas técnicas
- Semana de Ingeniería y Arquitectura organizada por la ENA (Escuela de Ingeniería y Arquitectura UZ).

Fomento del Talento

- Premios al TFG y TFM
- Tesis doctorales Industriales

Otros

- Participación en grupos de trabajo de Flexibilidad
- Laboratorio de almacenamiento e impacto en la red
- Colaboración Master con Universidad Nacional Técnica de Atenas (Grecia)
- Participación Via Domitia (Francia)
- Henze UAS (Países Bajos).

Catedras y NDT

ULPGC Micro-redes e integración DER

UPC Códigos de Red y Flexibilidad

UZ Electrónica de potencia para integración DER

ULPGC Equipo de realidad virtual inmersiva

US Reposición de red

US Estimador de estado (Opex Mapping)

UIB Estación meteorológica Low-cost

A global platform

Presentación Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

A cargo de **D. Antonio Gómez Expósito**
Catedrático de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla y Director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

27 de noviembre de 2019

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA CÁTEDRA

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA CÁTEDRA ENDESA RED DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

- **2004:** Convenio Endesa-US para la promoción del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica de la US
- **2006:** Convenio Endesa-US sobre Premios a los mejores Proyectos Fin de Carrera
- **2007:** **Convenio Endesa-US para la creación de la Cátedra Endesa Red** (absorbe convenios existentes)
- **2018:** Renovación Convenio Endesa-US Cátedra Endesa Red

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Escuela de Energía UIMP-CÁTEDRA ENDESA

2015	Tecnologías e Infraestructuras para el Desafío Energético Europeo
2016	Almacenamiento Eléctrico: El Estabón Perdido de la Sostenibilidad Energética
2017	Economía Eléctrica: Cómo la Tecnología Puede Cambiar el Funcionamiento del Sector
2018	Industria 4.0: Un Nuevo Paradigma para las Redes de Distribución
2019	Los Servicios de Red en Sistemas Eléctricos Descarbonizados
2020	Aplicaciones de Técnicas de IA en Sistemas Eléctricos

RESPONSABILIDAD SOCIAL E IMAGEN CORPORATIVA

Premios PFC, TFG y TFM: 18 (7 mujeres)

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
PFC/TFM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
TFG						1	1	1	1	1	1	6
Importe	3.000€	3.000€	3.000€	3.000€	3.000€	3.000€	3.000€	2.000€	2.000€	2.000€	2.000€	29.000€

Trabajo Fin de Máster 2017
 Autora: D. Adolfo Gastalver Rubio
 Título: Optimización de redes de baja tensión mediante la gestión global de generadores trifásicos distribuidos.

Trabajo Fin de Máster 2018
 Autora: Dª Luna Moreno Diaz
 Título: Evaluación del uso de almacenamiento eléctrico para el control de tensión en redes de baja tensión.

INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Evaluación Técnico-Económica del uso de Almacenamiento Eléctrico en casos de estudio propuestos por Endesa

Resultados

- Ejemplo: batería 1F ubicada en zona 2, ciclado diario
- Dimensiones

Fase A	Fase B	Fase C	
P _{max} (kW)	184537	109007	122914
P _{min} (kW)	161762	122222	148926

- Ciclado diario en cada fase:

INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Aplicación de Técnicas de Machine Learning en Detección de Pérdidas no Técnicas

Metodología 1: extracción manual de características

Metodología 2: aprendizaje profundo

Método	Área bajo la curva ROC	Área bajo la curva PR	Método clásico
Árboles	0.53	0.133	
SVM	0.735	0.284	
LR	0.719	0.285	
MLP	0.788	0.314	
RF	0.753	0.345	
GBM	0.777	0.384	
CRNN-MLP	0.764	0.337	Método de aprendizaje profundo
MLP-HL	0.806	0.343	

INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Impacto de la Digitalización en las Pérdidas Técnicas de la Red

Actividades:

- Aplicación a redes técnicas americanas
- Red de referencia propuesta por CIGRE Task Force C08.04.02
- Análisis de tres escenarios diarios de carga con diferente desequilibrio
- Evaluación del impacto de cada tecnología a través de KPIs

PUBLICACIONES

CRITERIOS DE PROTECCIÓN EN REDES RADIALES DE MEDIA TENSIÓN

Guillermo Nicolás González, Pablo Escalante

Seminarios Docentes

- ❑ D. Antonio Gómez Expósito. “Nuevas Tecnologías para Redes Eléctricas Urbanas: la experiencia española”
- ❑ D. Gabriel A. Tévar Bartolomé. “Generación Fotovoltaica Distribuida: Impacto sobre la Red de Media y Baja Tensión”
- ❑ D. Gabriel Álvarez Cordero. “Transitorios Electromagnéticos en la Red de Transporte de Energía Eléctrica”
- ❑ Dr. Fernando Mancilla David. “Characterization of Photovoltaic Systems for Large Scale Solar Power Generation”
- ❑ Dr. José Manuel Cano Rodríguez. “Aportaciones al Modelado, Control y Diagnóstico de Rectificadores Activos Trifásicos con Control Activo de Potencia”
- ❑ D. Antonio Gómez Expósito. “The Factored Approach to Solving Nonlinear Power System Problems”
- ❑ Dra. Hortensia Amarís Duarte. “Las 3D de los Sistemas Eléctricos: Descarbonización, Digitalización y Descentralización”

Seminarios

D. Antonio Gómez Expósito.
“Nuevas Tecnologías para Redes Eléctricas
Urbanas: la Experiencia Española”

14/03/2019

“Nuevas Tecnologías para Redes Eléctricas Urbanas: La Experiencia Española”

a cargo de **D. Antonio Gómez-Expósito**, Fellow IEEE

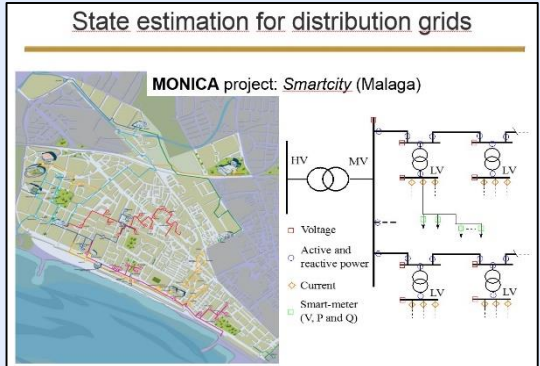
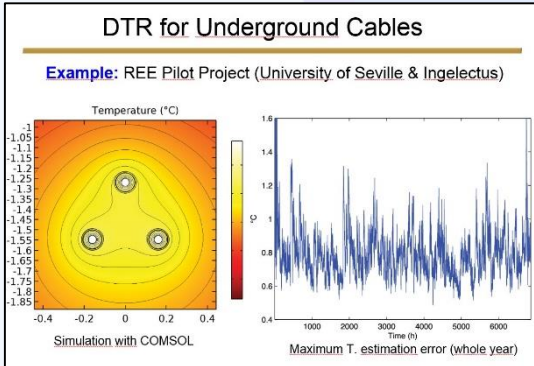
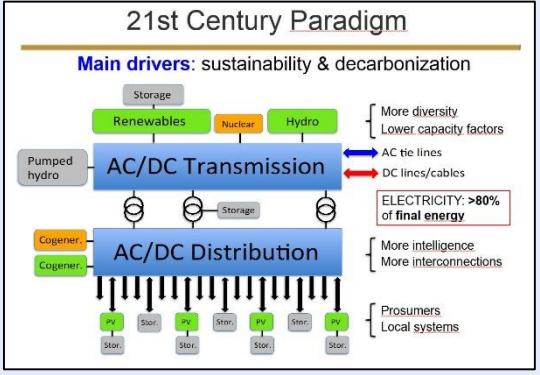
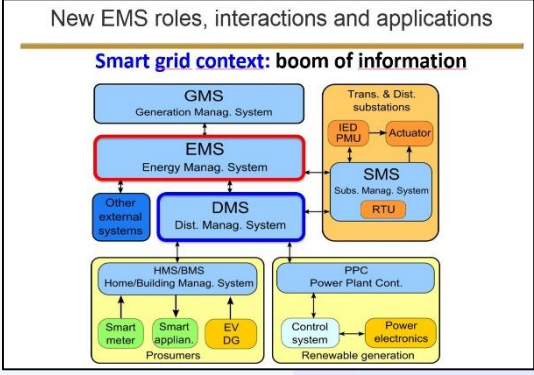
Dpto. de Ingeniería Eléctrica – Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

Máster “Sistemas Inteligentes en Energía y Transporte” (EPS)
14 Marzo 2019

Nuevas tecnologías para redes eléctricas urbanas: la experiencia española

Antonio Gómez-Expósito, Fellow IEEE
Dep. Ingeniería Eléctrica – Cátedra Endesa Red

- ### Contents
- The (unsustainable) 20th century paradigm
 - Renewables to the rescue
 - Economic & technical challenges
 - Enabling technologies (opportunities):
 - Smart grids
 - Energy storage: the *holy grail*
 - Distributed generation & demand management
 - The Spanish experience in urban smart grids:
 - Smart underground cables
 - Smart urban substations
 - Smart links for distribution feeders
 - Smartcity district (Malaga)



D. Gabriel A. Tévar Bartolomé.
“Generación Fotovoltaica Distribuida: Impacto
sobre la Red de Media y Baja Tensión”

27/05/2019

“Generación Fotovoltaica Distribuida: Impacto sobre la Red de Media y Baja Tensión”



D. Gabriel A. Tévar Bartolomé
de Endesa junto a los profesores D. Ángel Arcos Vargas, D. José Luis Martínez Ramos y D^a Esther Romero Ramos

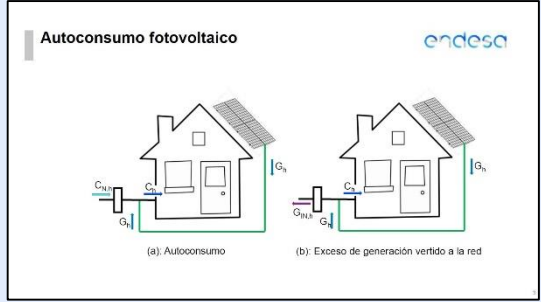
SEMINARIO endesa

“GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA: IMPACTO SOBRE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN”

D. GABRIEL A. TÉVAR BARTOLOMÉ
 ENDESA

SALÓN DE GRADOS ETS DE INGENIERÍA
 27/05/2019 12:30H

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA CÁTEDRA ENDESA RED DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA



Regulación del Autoconsumo en España endesa

Modalidad con excedentes acogida a compensación

Es necesario suscribir un contrato de compensación de excedentes entre productor y consumidor (en colectivo sin excedentes no es necesario, al no existir sujeto productor)

PVPC $P_{h,t} = C_{h,t} + P_{h,t}$

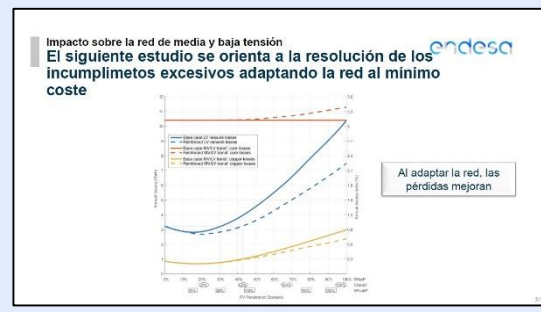
Valor económico de la energía consumida: $\sum (E_{cons,t} + TCU_{h,t})$

Valor económico de la energía excedentaria: $\sum E_{exced,t} \cdot (P_{m,t} - C_{h,t})$

Factura sin impuestos * I.e + IVA (2)

ML Tanto energía consumida de la red como excedentaria: valorada al precio acordado entre las partes (también aplica (1) y (2))

- La energía horaria excedentaria no tendrá consideración de energía incorporada al sistema
- no paga peajes de generación del 0.5 €/MWh (ni IVPE 7%)
- El comercializador será el responsable de balance de dicha energía (referente mercado)



D. Gabriel Álvarez Cordero
“Transitorios Electromagnéticos en la Red de
Transporte de Energía Eléctrica”

05/06/2019



SEMENARIO

“TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA RED DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA”

MÁSTER EN SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
Y DOCTORADO INTERUNIVERSITARIO EN “SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA”

D. GABRIEL ÁLVAREZ CORDERO
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

AULA TL 03 ETS DE INGENIERIA
05/06/2019 A LAS 18:00H

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Colabora la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla

Dr. Fernando Mancilla David
**“Characterization of Photovoltaic systems for
Large Scale Solar Power Generation”**

14/10/2019



Departamento de Ingeniería Eléctrica
E.T.S. Ingeniería - Universidad de Sevilla



Máster en “Sistemas de Energía Eléctrica”
y Máster en “Ingeniería Industrial”

Doctorado Interuniversitario en “Sistemas de Energía Eléctrica”

Conferencia

Dr. Fernando Mancilla David
University of Colorado Denver, EE.UU.

“Characterization of photovoltaic systems for large scale solar power generation.”

Lunes, 14/10/2019 de 17:30 a 18:30h

Salón de Grados de la ETS de Ingeniería, Universidad de Sevilla

<http://departamento.us.es/ielectrica/eventos/>



Dr. Fernando Mancilla David

University of Colorado Denver, EE.UU.

Dr. José Manuel Cano Rodríguez
“Aportaciones al Modelado, Control y Diagnóstico
de Rectificadores Activos Trifásicos con Control
Activo de Potencia”

14/10/2019

“Aportaciones al Modelado, Control y Diagnóstico de Rectificadores Activos Trifásicos con Control Activo de Potencia”



Dr. José Manuel Cano Rodríguez
Universidad de Oviedo

Programa de Doctorado Interuniversitario en Sistemas de Energía Eléctrica

SEMINARIO

“APORTACIONES AL MODELADO, CONTROL Y DIAGNÓSTICO DE RECTIFICADORES ACTIVOS TRIFÁSICOS CON CONTROL DIRECTO DE POTENCIA”

Presentado por
José Manuel Cano Rodríguez

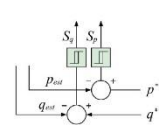
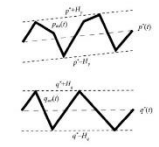
Universidad de Oviedo
Área de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas

CONTROL DIRECTO DE POTENCIA

Control en banda de histéresis de las potencias instantáneas

Comparadores de histéresis:

$$\begin{cases} p_{in} - p^* > +H_1 \Rightarrow S_1 = 0 \\ -H_1 \leq p_{in} - p^* \leq +H_1, \text{ y se alcanza } +H_1 \text{ en último disparo} \Rightarrow S_1 = 0 \\ -H_1 \leq p_{in} - p^* \leq +H_1, \text{ y se alcanza } -H_1 \text{ en último disparo} \Rightarrow S_1 = -1 \\ p_{in} - p^* < -H_1 \Rightarrow S_1 = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_{in} - q^* > +H_2 \Rightarrow S_2 = 0 \\ -H_2 \leq q_{in} - q^* \leq +H_2, \text{ y se alcanza } +H_2 \text{ en último disparo} \Rightarrow S_2 = 0 \\ -H_2 \leq q_{in} - q^* \leq +H_2, \text{ y se alcanza } -H_2 \text{ en último disparo} \Rightarrow S_2 = -1 \\ q_{in} - q^* < -H_2 \Rightarrow S_2 = 1 \end{cases}$$



Ventajas:

- Rápida respuesta dinámica
- Implementación sencilla
- Robustez

Inconveniente:

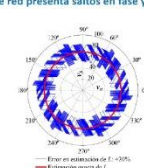
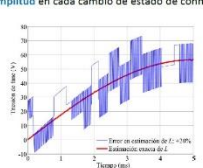
- Frecuencia de conmutación variable

APORTACIONES AL CONTROL

Estimación de la inductancia de acoplamiento – Descripción del método

Efectivamente, si el valor de la inductancia de acoplamiento empleada en el control es correctamente estimada, $L^* = L^*$, la trayectoria del vector espacial de tensiones de red resulta continua.

Sin embargo, cuando existe un error en esta estimación, $L^* \neq L^*$, la trayectoria del vector espacial de tensiones de red presenta saltos en fase y amplitud en cada cambio de estado de conmutación.

El método propuesto, emplea estas discontinuidades como base del cálculo de una estimación on-line del valor de la inductancia de acoplamiento realmente presente, L^* .

CONCLUSIONES

- Este seminario describe, con distinto nivel de detalle, algunas de las aportaciones más importantes realizadas por el ponente, en colaboración con otros académicos y estudiantes de distintas instituciones, en el campo de los sistemas activos para la mejora de la calidad de la energía eléctrica.
- Las aportaciones presentadas se encuentran respaldadas por publicaciones en revistas del impacto dentro de su especialidad.
- Las aportaciones seleccionadas tienen en común estar basadas en la interconexión a red de equipos de rectificación activa trifásicos con control directo en potencia. Muchas de estas aportaciones son fácilmente extrapolables a otro tipo de aplicaciones, como DER, que emplean etapas de interconexión alterna/continua con la red.
- El trabajo cubre aspectos bien diferenciados, que van desde el modelado de estos dispositivos para la aplicación en programas de análisis de sistemas de potencia, hasta el diagnóstico de fallos, pasando por mejoras en las propias técnicas de control.

Dr. Antonio Gómez Expósito
“The Factored Approach to Solving Nonlinear
Power System Problems”

18/11/2019

“The Factored Approach to Solving Nonlinear Power System Problems”



Charla: Solución factorizada en sistemas de ecuaciones no lineales: aplicaciones a sistemas eléctricos
Lugar: Auditorio D'Etigny, Beaucheff 851
Fecha: Lunes 18 de noviembre a las 14:00 hrs.

Breve descripción del expositor:

El profesor **Antonio Gómez Expósito**, Catedrático de Universidad de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla.

Director de la Cátedra Endesa Red (desde 2007). Editor de Journal of Modern Power Systems and Clean Energy (China). Investigador principal de uno de los mayores y más relevantes grupos de investigación a nivel nacional en el área de los sistemas eléctricos, integrado por más de 20 doctores y cinco catedráticos.

Fellow Member del capítulo *Power and Energy Society* de IEEE, ha recibido el prestigioso galardón **2019 IEEE PES Outstanding Power Engineering Educator Award**, por su contribución de liderazgo a la educación, a supervisión de investigación y publicaciones académicas.

El profesor Gómez Expósito dirige uno de los mayores y más relevantes grupos de investigación a nivel nacional en el área de los sistemas eléctricos de potencia, siendo coautor de más de 300 publicaciones técnicas en este campo.

Paola Silva T.
 Coordinadora General SERC-Chile
 / + 56 2 2978 0981
 / pssilva@centroenergia.cl
 / www.centroenergia.cl

Dr. Antonio Gómez Expósito
Dpto. of Electrical Eng. – Endesa Red Chair University of Sevilla, Spain

UNIVERSIDAD DE CHILE

The factored approach to solving nonlinear power system problems

Antonio Gómez-Expósito
 Dpt. of Electrical Eng. – Endesa Red Chair
 University of Sevilla, Spain

November 18, 2019

Factored solution approach

- Conventional NR (for comparison):

$$h(x) = p \quad H_k \Delta x_k = \Delta p_k = p - h(x_k)$$
- Two-step factored procedure:**
 - Step 0: Initialization $x_0 \rightarrow y_0$
 - Step 1: $(EE^T)\lambda = p - Ey_k$
 $\tilde{y} = y_k + E^T \lambda$
 $\tilde{u} = f(\tilde{y})$
 - Step 2: $\tilde{H}x_{k+1} = E\tilde{F}^{-1}\tilde{u}$
 $y_{k+1} = f^{-1}(Cx_{k+1})$

Factored Jacobian: $\tilde{H} = E\tilde{F}^{-1}C$

Flowchart: $\|p - Ey_{k+1}\|_\infty < \epsilon$ (YES) → END; (NO) → Step 1

Factored Load Flow Solution

Convergence basins: 2-bus example

Newton-Raphson

Factored method

© Gómez-Expósito

Maximum loading point determination

Factored load flow-based procedure:

Phase 1: Increase regularly λ until two consecutive solutions correspond to feasible and infeasible points

© Gómez-Expósito

Seminarios

Dra. Hortensia Amarís Duarte
“Las 3D de los Sistemas Eléctricos:
Descarbonización, Digitalización y
Descentralización”

02/12/2019

“Las 3D de los Sistemas Eléctricos: Descarbonización, Digitalización y Descentralización”



Dra. Hortensia Amarís Duarte
de la Universidad Carlos III de Madrid, centro, junto a los profesores
Dra. Esther Romero Ramos y Dr. José María Maza Ortega

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Las “3D” de los Sistemas Eléctricos: Descarbonización, Descentralización, Digitalización.

Hortensia Amarís

2 diciembre 2019

Descarbonización

Descarbonización implica mayor electrificación.

- Transporte
- Edificación
- Industria

Consumo total final de energía y combustible (%)


Año	Combustibles convencionales (%)	Electricidad (%)	Consumo energía total (%)
2015	67%	11%	47.7
2020 (80%)	35%	38%	38.6
2020 (90%)	25%	45%	34.4
2020 (95%)	13%	60%	30.3

¿Qué podemos hacer para conseguir los objetivos de la Unión Europea?

Source: Euroelectric, "Decarbonisation pathways" May 2018

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Descentralización: Proyecto de demostración




- Monitorización (MT, BT):**
 - Tiempo real.
 - Predicción de la demanda y generación.
 - Estimación de estado.
 - Dinámica de la red de distribución.
- Control coordinado (MT, BT):**
 - Gestión de congestiones en tiempo real (media y baja tensión).
 - Planificación óptima de los recursos energéticos distribuidos.
 - Control de tensión descentralizado.

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Digitalización: Ejemplo Proyecto de demostración

OSIRIS: Optimización de la Supervisión Inteligente de la Red de dDistribución

Objetivo: desarrollo de conocimientos, herramientas y equipos que permitan optimizar la supervisión de las redes inteligentes principalmente para la telegestión en tiempo real de contadores residenciales.



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Congresos Internacionales

- PowerTech Milano 2019 (Italia)
- IEEE PES GM Atlanta (EE.UU.)

Congresos Internacionales

PowerTech Milano 2019 Leading Innovation for Energy Transition

23 al 27/06/2019


Ponencia: “PMU-Based Estimation of Renewable Power Plants Parameters”



A cargo de **D. José Antonio Rosendo Macías**,
Catedrático de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla

2019 IEEE PowerTech (Milan)

PMU-Based Estimation of Renewable Power Plants Parameters

M. A. González-Cagigas, PhD student
A. Gómez-Expósito, Fellow, IEEE
José A. Rosendo-Macías, Senior Member, IEEE. (rosendo@us.es)
University of Seville, Spain



June, 2019



1. Introduction

A correct grid operation requires the knowledge of the **dynamic models** of the system components, including their defining equations.


The parameters in those equations are considered constant with respect to external factors, as:

- Temperature
- Voltage
- Power exchanged
- Aging
- etc.

Need of a method to obtain the values of the model **parameters for the actual operating point** of the machine.

2. Unscented Kalman filter





Rudolf E. Kalman
1920 - 2016

Kalman Filter is a Dynamic State Estimator developed by Rudolf E. Kalman in 1960. It was implemented to identify the state of a **linear system** when it is not possible to measure it. The system model is defined by the following state and measurement equations:

$$\dot{x}(t) = A(t) \cdot x(t) + w(t)$$

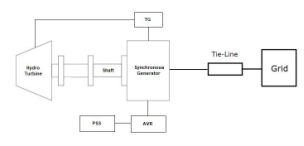
$$z(t) = H(t) \cdot x(t) + v(t)$$



A particularity of the Kalman Filter is that both state and measurement may be affected by a Gaussian noise, $w(t)$ and $v(t)$ respectively.

3. Fully regulated synchronous generator: system modeling

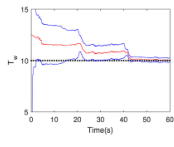
A fully regulated synchronous generator representing a real system is simulated to provide the measurements used in the DSE








3. Fully regulated synchronous generator: second stage results

The estimated values at the first stage are fed into the second stage as initial estimation, improving the overall UKF performance: error under **3.2%**

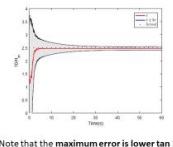


Parameter	Estimated value	Relative error (%)
R	0.0022	0.20
L	0.1000	0.04
R_c	0.075	0.466
L_{cc}	0.008	1.186
T_c	0.0002	0.181
R_s	2.479	0.84
L_s	10.109	1.25
R_r	30.78	2.596



4. Wind generator case

Estimation with Kalman filtering provides good performance in the estimation of generator and converter parameters.



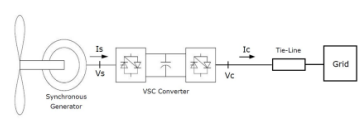
Parameter	Estimated Value	Relative error (%)
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207
R_{PMU}	0.008	0.207



Note that the **maximum error is lower than 1.4%**.

4. Wind generator case



- Wind turbine
- Direct-driven Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM)
- Fully-rated back-to-back Voltage Source Converter (VSC).



5. Conclusions

- Application of Kalman filtering to parameter estimation of thermal and renewable generators: **Hydro and wind** sources.
- Measurement requirements fulfilled by **PMUs** at the generator bus: **no internal measurements**.
- Convergence difficulties:
 - Formulation with modified parameters
 - Fully regulated synchronous generators: two-stage estimation
- **Accurate results:**
 - Fully regulated synchronous generator: maximum estimation error under 3.2%.
 - Wind generator case: 1.4%.

Congresos Internacionales

IEEE PES GM 2019 Dynamic State Estimation and Related Concepts

04 al 08/08/2019




Tutorial: “Dynamic State Estimation and Related Concepts”

A cargo de **D. Antonio Gómez-Expósito, Ph.D.**,
 Professor and IEEE Fellow, Department of Electrical Engineering, Universidad de Sevilla

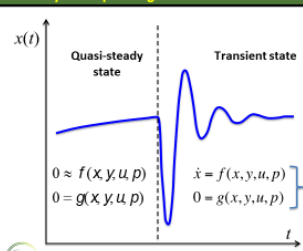
IEEE PES GM 2019 Tutorial
 Dynamic State Estimation for Power System Dynamic Monitoring, Protection and Control:
 Motivations, Tools, and Experiences

Dynamic State Estimation and Related Concepts

Antonio Gómez-Expósito, Ph.D.
 Professor and IEEE Fellow
 Department of Electrical Engineering
 Universidad de Sevilla




Power system operating states



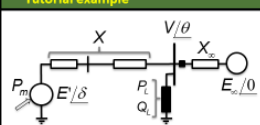
Quasi-steady state Transient state

$$\left. \begin{array}{l} 0 \approx f(x, y, u, p) \\ 0 = g(x, y, u, p) \end{array} \right\} \text{Differential \& algebraic equations (DAE)}$$

$\dot{x} = f(x, y, u, p)$
 $0 = g(x, y, u, p)$



Tutorial example



Full Dynamic Model: Transient State Second-order classical generator model (frictionless)

$$\frac{2H}{\omega_0} \dot{\omega} = p_m - \frac{E'V}{X} \sin(\delta - \theta)$$


$$\dot{\delta} = \omega - \omega_0$$

Load flow (network) equations

$$P_l = \frac{E'V}{X} \sin(\delta - \theta) - \frac{E_c V}{X_c} \sin \theta$$

$$Q_l = \frac{V}{X} (E' \cos(\delta - \theta) - V) + \frac{V}{X_c} (E_c \cos \theta - V)$$

$x = [\delta, \omega]^T$
 $y = [V, \theta]^T$
 $u = [P_l, Q_l]^T$
 $p = [X, X_c, P_m, H]^T$




PSEUDO-DSE

Assumption: System in quasi steady state (algebraic system model)

$$\left. \begin{array}{l} 0 \approx f(x, y, u) \\ 0 = g(x, y, u) \end{array} \right\} \text{Elimination of } x \text{ leads to compact model in } y$$

$0 = g_c(y_k, u_k)$ **State transitions?**

Pseudo-dynamic model artificially assumed:

$$y_k = g(y_{k-1}, u_k) + w_k$$


STATIC SE


Assumption: the state transition information is fully ignored

$$y_k = y_{k-1} + w_k$$

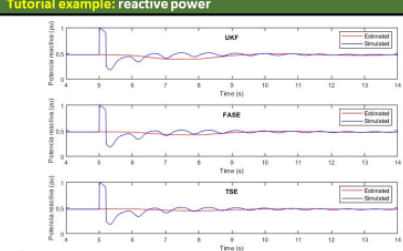
$z_k = h(y_k) + v_k$

Remarks:

- No memory of y_k at the previous time steps
- Outperform FASE and TSE in the presence of unknown sudden changes
- State vector should be observable solely with the latest set of available measurements




Tutorial example: reactive power

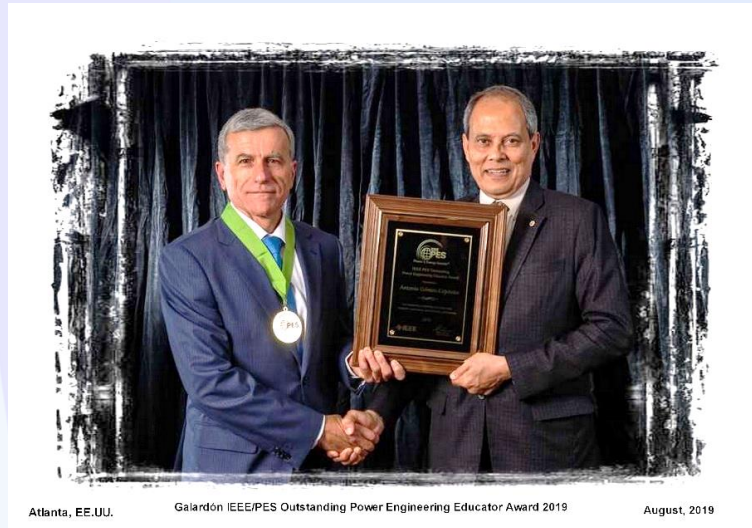


Voltage dip: 0.1 pu, 200ms
 $z = [V, \theta]$

Sampling rate: 1 sample/s



IEEE/PES Outstanding Power Engineering Educator Award 2019



Atlanta, EE.UU.

Galardón IEEE/PES Outstanding Power Engineering Educator Award 2019

August, 2019

El profesor Antonio Gómez Expósito, catedrático de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la US y Fellow Member del capítulo Power and Energy Society del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), recibió el prestigioso galardón 2019 IEEE PES Outstanding Power Engineering Educator Award, por su contribución de liderazgo en la educación, a la supervisión de investigación y publicaciones académicas.

La Sociedad de Potencia y Energía (PES), la más antigua y la segunda por tamaño (más de 38.000 miembros) de las 39 que componen el IEEE, entregó dicho galardón al profesor Gómez Expósito en el mes de agosto, durante la celebración del General Meeting de la PES en Atlanta (EEUU), el mayor congreso en el área de la ingeniería eléctrica de potencia.

Tras 24 ediciones, es la segunda ocasión en que este prestigioso reconocimiento se otorga a un profesor de una universidad europea, desde que en 2007 le fuese concedido al profesor Göran Andersson de la Escuela Politécnica Federal de Zürich (ETH).

Antonio Gómez Expósito es Ingeniero Industrial, especialización en Ingeniería Eléctrica, y doctorado en Ingeniería (1985), por la Universidad de Sevilla, donde ha presidido el Departamento de Ingeniería Eléctrica durante casi 12 años y en la que actualmente dirige la Cátedra Endesa.

Ha publicado cerca de 300 trabajos de investigación, incluyendo 120 artículos en revistas de alto impacto. Además, ha sido uno de los autores más prolíficos de libros de texto sobre Teoría de Circuitos y Sistemas de Potencia, tanto para estudiantes de grado como de postgrado, con un total de 12 libros de texto, entre los que destacan: “Power System State Estimation: Theory and Implementation” (Taylor & Francis, 2004), uno de los más ampliamente citados en el área de Sistemas de Energía, y “Electric Energy Systems: Analysis and Operation” (CRC Press, 2008, 2nd edition 2018), un proyecto colectivo originalmente publicado en español, llegando a convertirse en el libro de texto predeterminado en la mayoría de las universidades españolas y latinoamericanas, por lo que fue traducido al inglés, portugués y euskera.

El profesor Gómez Expósito ha impartido 90 seminarios o cursos en 16 países. En 2008, lanzó el 'Classroom of Light', un repositorio basado en la web de todos los seminarios, cursos, Ph.D. Tesis, etc. organizadas por la Cátedra Endesa.

Ha sido investigador principal o ha participado en más de cien proyectos de investigación y transferencia de tecnología, la mayoría de ellos en estrecha cooperación con las principales empresas de servicios públicos nacionales y europeas. Asimismo, dirige el equipo de Investigación de Ingeniería Eléctrica compuesto por más de 30 investigadores, del cual en 2019 se originó la spin-off Ingelectus.

Es miembro del IEEE y editor anterior de IEEE Transactions on Power Systems. Ha recibido numerosos reconocimientos profesionales, entre ellos los recientes: Insignia de oro otorgada por la Asociación Española para el Desarrollo de la Ingeniería Eléctrica (2013) y el Premio de Investigación y Transferencia de Tecnología, otorgado por la Junta de Andalucía (2011).

Conferencias

- Movilidad Eléctrica: Estado Actual, Retos y Tendencias.
- Retos y Tecnologías para la Integración Masiva de Renovables en Generación, Transporte y Distribución.
- Renovables y Almacenamiento: Pilares del Sistema Energético Descarbonizado.

Conferencias

Movilidad Eléctrica: Estado Actual, Retos y
Tendencias.
(Universidad de Chile, Chile)

18/11/2019



Charla: Estado actual, retos y tendencias de la movilidad eléctrica
Lugar: Auditorio D'Etigny, Beaucheff 851
Fecha: Lunes 18 de noviembre a las 10:00 hrs.

Breve descripción del expositor:

El profesor **Antonio Gómez Expósito**, Catedrático de Universidad de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla.

Director de la Cátedra Endesa Red (desde 2007). Editor de Journal of Modern Power Systems and Clean Energy (China). Investigador principal de uno de los mayores y más relevantes grupos de investigación a nivel nacional en el área de los sistemas eléctricos, integrado por más de 20 doctores y cinco catedráticos.

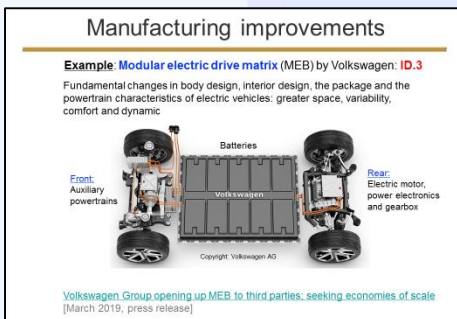
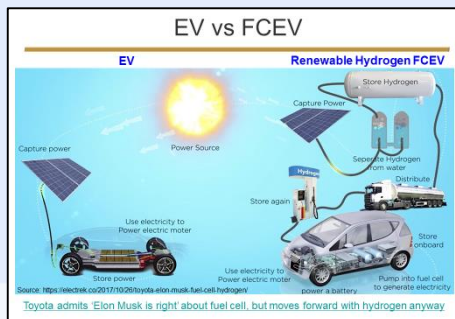
Fellow Member del capítulo *Power and Energy Society* de IEEE, ha recibido el prestigioso galardón **2019 IEEE PES Outstanding Power Engineering Educator Award**, por su contribución de liderazgo a la educación, a supervisión de investigación y publicaciones académicas.

El profesor Gómez Expósito dirige uno de los mayores y más relevantes grupos de investigación a nivel nacional en el área de los sistemas eléctricos de potencia, siendo coautor de más de 300 publicaciones técnicas en este campo.

Paola Silva T.
 Coordinadora General SERC-Chile
 + 56 2 2978 0981
 psilva@centroenergia.cl
 www.centroenergia.cl

“Movilidad Eléctrica: Estado Actual, Retos y Tendencias”
a cargo de D. Antonio Gómez-Expósito, Fellow IEEE
 Dpto. de Ingeniería Eléctrica –Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla



Conferencias

Retos y Tecnologías para la Integración Masiva de
Renovables en Generación, Transporte y Distribución.
(Colegio de Ingenieros de Chile, Chile)

19/11/2019

Profesor Antonio Gómez Expósito

Catedrático de la Universidad de Sevilla, director de la Cátedra Endesa Red, consejero de REE, editor del Journal of Modern Power Systems and Clean Energy es Fellow Member de Power and Energy Society de IEEE. Ha recibido el prestigioso galardón 2019 IEEE PES Outstanding Power Engineering Educator Award, por su contribución de liderazgo a la educación, a supervisión de investigación y publicaciones académicas.



Charla: “Retos y tecnologías para la integración masiva de renovables en generación, transporte y distribución”

Martes 19 de noviembre 2019
a las 15:00 hrs.
Colegio de Ingenieros
Av. Sta. María 506, Providencia
Asistencia gratuita previo registro:
psilva@centroenergia.cl









“Retos y Tecnologías para la Integración Masiva de Renovables en Generación, Transporte y Distribución”
a cargo de **D. Antonio Gómez-Expósito**, Fellow IEEE
Dpto. de Ingeniería Eléctrica –Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla



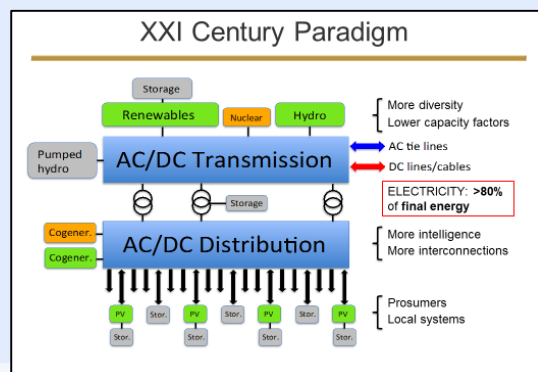
UNIVERSIDAD DE CHILE

Retos y tecnologías para la integración masiva de renovables en generación, transporte y distribución

Antonio Gómez Expósito
Universidad de Sevilla

19 Noviembre 2019





Conferencias

Renovables y Almacenamiento: Pilares del Sistema Energético Descarbonizado. (Zaragoza)

27/11/2019

Conferencia: “Renovables y Almacenamiento: Pilares del Sistema Energético Descarbonizado”

a cargo de **D. Antonio Gómez-Expósito**, Fellow IEEE
Dpto. de Ingeniería Eléctrica – Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

Renovables y almacenamiento: pilares del sistema energético descarbonizado

Antonio Gómez Expósito
Universidad de Sevilla

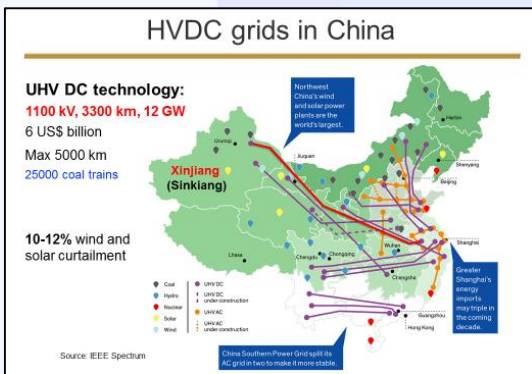
27 Noviembre 2019

Technologies for 100% renewable systems

- Power electronics
 - Renewable generation interfaces
 - HVDC & FACTS
- Digitalization
 - Smart renewable plants
 - Smart T&D grids
 - Smart prosumers
- Interconnections
- Ubiquitous storage systems

Flexibility

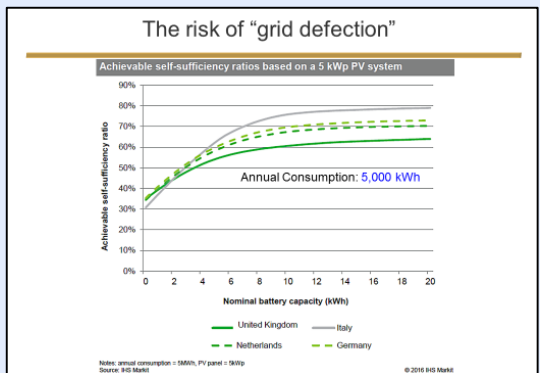
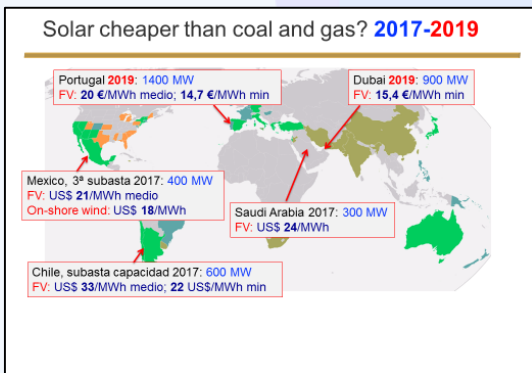
Firm capacity



100% Renewable Mix for Spain in 2040?

Tipo de tecnología	Potencia 2018 (MW)	Potencia añadida (MW)	Potencia total (MW)	Factor uso	Energía anual (TWh)
Nuclear	7.100				
Carbón	9.563				
Fuel/gas	3.429				
C. combinados	24.550				
Cogeneración	5.720	-700	5.000	25%	10,95
Hidráulica	17.056	950	18.000	20%	31,54
Eólica	23.070	27.000	50.000	25%	109,50
Fotovoltaica	4.437	82.500	87.000	20%	152,00
Solar térmica	2.268	2.700	5.000	22%	9,67
Otras renov.	970	1.000	2.000	25%	4,38

Potencia instalada: 99 GW 114 GW 167 GW 318 TWh
 Demanda punta: 41 GW
 Demanda promedio: 29 GW **Consumo b.c. en 2018: 254 TWh + 64 TWh VEs**



Premio Trabajo Fin de Grado 2019

□ D. Darío Gavira Pero

Título Trabajo Fin de Grado:

“Gestión de Almacenamiento para Integrar Eficientemente Paneles Fotovoltaicos y Vehículos Eléctricos en Núcleos Residenciales”.

Tutores: Dr. Manuel Barragán Villarejo
Dr. Alejandro Marano Marcolini

“Gestión de Almacenamiento para Integrar Eficientemente Paneles Fotovoltaicos y Vehículos Eléctricos en Núcleos Residenciales”

El objeto del presente trabajo es gestionar de la forma más eficiente posible la generación basada en paneles fotovoltaicos y la integración del vehículo eléctrico en núcleos residenciales de alta densidad poblacional. Para ello, es primordial contar con un sistema de almacenamiento de energía que se encargue de gestionar los nuevos flujos de energía presentes en este escenario y, además, lo haga de la forma más económica posible. Entre otras, con esta propuesta se favorece: descarbonizar el parque de generación y los núcleos urbanos disminuyendo las emisiones del sector transporte, descargar a las redes eléctricas de la gran demanda que supondrá la instalación masiva de vehículos eléctricos, y ayudar a aplanar la curva de demanda.

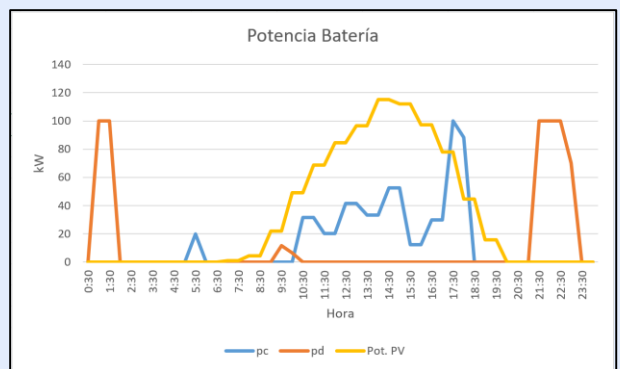
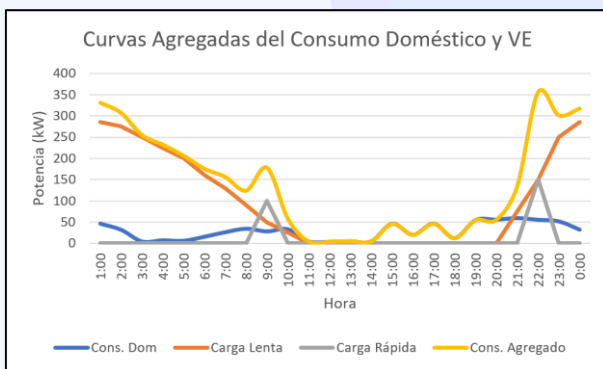
Para este estudio, se evalúa la alimentación eléctrica de un núcleo residencial compuesto por 100 viviendas. Cada una dispone de una plaza de aparcamiento adaptada para la recarga de un vehículo eléctrico. Este escenario podría suponer un problema en el futuro tras una penetración masiva de los vehículos eléctricos, dado que provocaría un incremento en la potencia consumida en determinados periodos.

La propuesta de este trabajo consiste en emplear una instalación fotovoltaica que, apoyada por un sistema de almacenamiento de energía gestionado eficientemente, consiga mitigar este efecto.

De esta forma, se ayuda a suavizar la curva de la demanda, beneficiando técnicamente al sistema eléctrico y económicamente al propio consumidor.

Para el usuario final, este estudio significa una forma de ahorrar en la factura eléctrica mediante

la optimización del uso de la energía. Este ahorro se alcanza disminuyendo el coste de la energía al consumirla de la red en periodos con tarifas valle y, a su vez, minimizando la potencia contratada. Se implementa un algoritmo de optimización que considera las curvas de consumo doméstico, las curvas de generación fotovoltaica y de recarga del vehículo eléctrico durante un año. Este algoritmo permite obtener el dimensionamiento óptimo del sistema de almacenamiento de energía (potencia y energía) y su operación a lo largo del periodo estudiado en aras de minimizar los costes. Diferentes escenarios serán considerados en función de verter o no energía a la red por parte del núcleo residencial. Por último, se analizará el beneficio económico mediante el ahorro anual de cada propuesta.



Premio Trabajo Fin de Máster 2019

□ D. Miguel Ángel González Cagigal

Título Trabajo Fin de Máster:

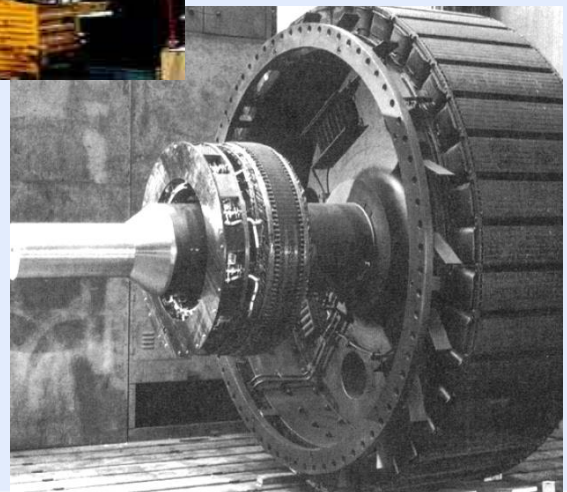
“Estimación del Modelo Dinámico de Centrales Eléctricas Mediante Filtros de Kalman Escalonados”

Tutor: Dr. José Antonio Rosendo Macías

“Estimación del Modelo Dinámico de Centrales Eléctricas Mediante Filtros de Kalman Escalonados”

Una práctica habitual en relación con los parámetros involucrados en las ecuaciones que gobiernan la dinámica de los elementos del sistema eléctrico consiste en asumir su valor constante independientemente de las condiciones de operación concretas, como pueden ser la tensión, la potencia intercambiada, la temperatura o el propio envejecimiento de los equipos. Dado que esta suposición puede no ser del todo correcta, es preciso establecer un método que permita estimar el valor de estos parámetros considerando los mencionados factores.

En este marco se ubica este Trabajo Fin de Máster, más concretamente en la estimación de parámetros de generadores síncronos totalmente regulados, sin duda una de las máquinas eléctricas más importantes en el panorama global. La técnica propuesta para la estimación, basada en una formulación particular del filtro de Kalman, denominada *Unscented Kalman Filter*, se ha implementado siguiendo un proceso escalonado que permite la identificación progresiva de los parámetros del generador síncrono y de sus reguladores, todo ello utilizando exclusivamente medidas externas al grupo de generación, lo cual supone una mejora significativa con respecto a otras estrategias de estimación que se proponen en estudios pasados y actuales. Los casos de estudio presentados en el trabajo validan el buen desempeño de la técnica propuesta, con un elevado grado de precisión en la estimación de todos los parámetros involucrados en el modelo.



Proyectos y Transferencia Tecnológica

- ❑ Proyecto “Aplicaciones del almacenamiento eléctrico para mejorar la calidad del suministro en redes de distribución”
- ❑ Proyecto “EASY-RES: Enabling Ancillary Services by Renewable Energy Sources”
- ❑ Proyecto “Pastora: Análisis Preventivo de Redes Inteligentes en Tiempo Real e Integración de Recursos Renovables”
- ❑ Proyecto “Distribution Digitization Technologies for Technical Losses Reduction: A Cost-Benefit Analysis”
- ❑ Informe “Incendios Forestales y Líneas Eléctricas Aéreas”
- ❑ Informe “Riesgo de Incendio en Conectores de Derivación a Perforación del Aislante para Cables Trenzados (sin corriente de derivación)”

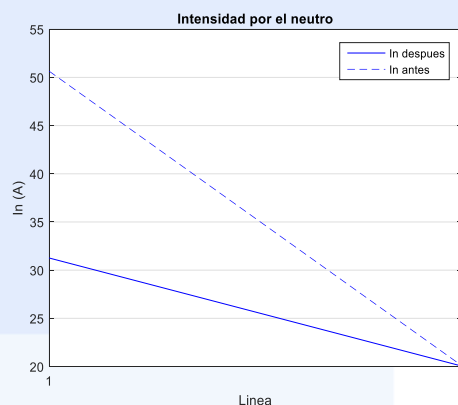
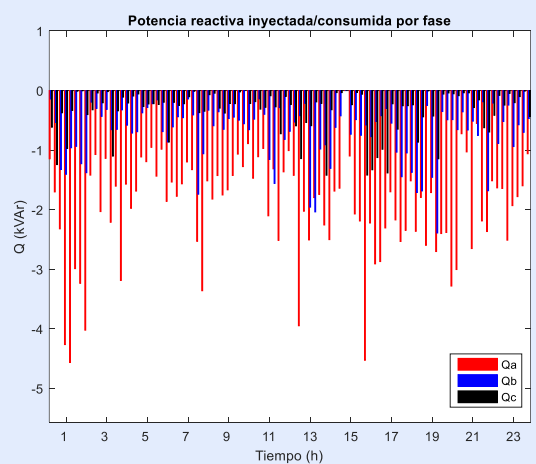
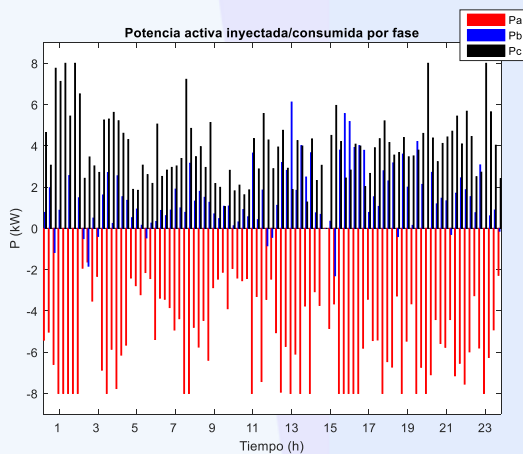
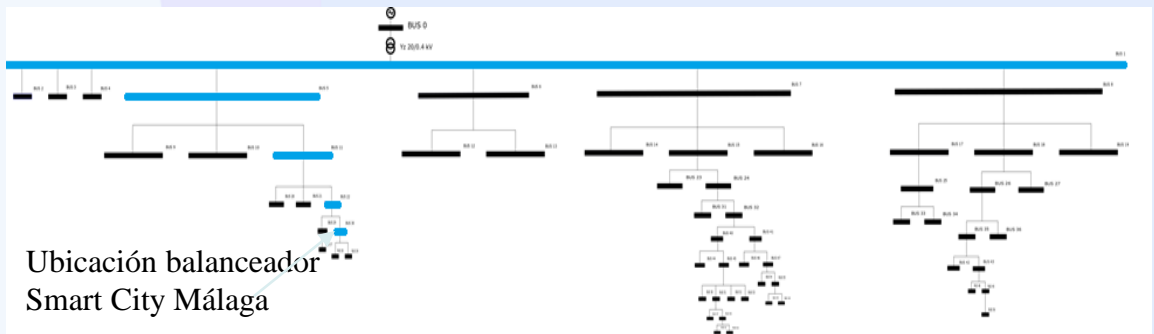
Transferencia Tecnológica

Proyecto “Equilibrado de redes en baja tensión por trasvase de potencia activa entre fases mediante convertidores a 4 hilos”

Proyecto “Equilibrado de redes en baja tensión por trasvase de potencia activa entre fases mediante convertidores a 4 hilos”

Durante la anualidad de 2019 se encomendó a esta cátedra el estudio técnico de los beneficios del uso de balanceadores en redes de baja tensión con el objetivo de minimizar desequilibrios. Se trata de utilizar convertidores de potencia a cuatro hilos que permitan en el punto de conexión trasvases de potencia activa de una fase a otra al mismo tiempo que se utiliza su capacidad como compensador de reactiva.

Este análisis ha tenido lugar sobre redes reales de Endesa: redes en Tarragona y en Smart City Málaga. En ambas se ha estudiado el punto óptimo de ubicación del balanceador así como caracterizado su comportamiento a lo largo de un día característico de funcionamiento. Las principales conclusiones extraídas de este análisis son: constatación de la reducción de corriente de neutro aguas arriba del balanceador, con la consecuente disminución de pérdidas, reducción del nivel de carga del transformador y mejora del perfil de tensiones. Se evidencia la importancia del balanceador como compensador de reactiva y su beneficio sobre el sistema.



Transferencia Tecnológica

Proyecto “EASY-RES: Enabling Ancillary Services by Renewable Energy sources”

EASY-RES (Enabling Ancillary Services by Renewable Energy Sources) es un proyecto europeo financiado por la Comisión Europea en su programa Horizonte H2020.

La estabilidad y seguridad de los sistemas eléctricos tradicionales se basa en gran medida en las propiedades inherentes de los generadores síncronos (GS). Tales propiedades son: la capacidad de formación de la red, la inercia, el amortiguamiento de los transitorios y la provisión de grandes corrientes durante las faltas, lo que facilita su detección y eliminación. La creciente penetración de las fuentes de energía renovable distribuida (DRES) conectadas a la red a través de un convertidor electrónico (por lo tanto, sin inercia) eventualmente reemplazará a los GS gestionables y aumentará la volatilidad de la energía, causando grandes desviaciones de frecuencia y problemas de regulación de tensión.

EASY-RES propone solucionar los problemas asociados a este nuevo paradigma del sistema eléctrico mediante una modificación de la configuración y control de los DRES de forma que puedan ser capaces de comportarse de manera similar a los GS. De esta manera, los DRES podrían proporcionar servicios complementarios al sistema eléctrico tales como inercia, amortiguación de transitorios, intercambio de potencia reactiva para fines de regulación de tensión, capacidad de soportar y eliminar faltas y respuesta adaptable para el control de frecuencia primaria y secundaria. Estas nuevas funcionalidades serán transparentes a todos los niveles de tensión de red (baja, media y alta tensión).

Con este objetivo, EASY-RES realiza una segmentación de la red de distribución en pequeñas Áreas de Control Individual, donde los DRES y diversas tecnologías de almacenamiento energético se coordinarán de manera óptima para mejorar la operación de las redes de transporte y distribución.

EASY-RES no olvida que la solución aportada debe ser económicamente viable, por lo que se plantean modelos de negocio basados en una cuantificación analítica de costes incurridos y beneficios aportados. Dichos modelos de negocio se particularizan para todos y cada uno de los agentes involucrados (distribuidor, transportista, prosumidor, generador, etc.). A la vista de los resultados obtenidos, se propondrán modificaciones a los actuales códigos de red y a los aspectos regulativos que puedan suponer una barrera para la adopción de la solución propuesta y que permitan una transición eficiente y segura hacia un sistema eléctrico decarbonizado.



Transferencia Tecnológica

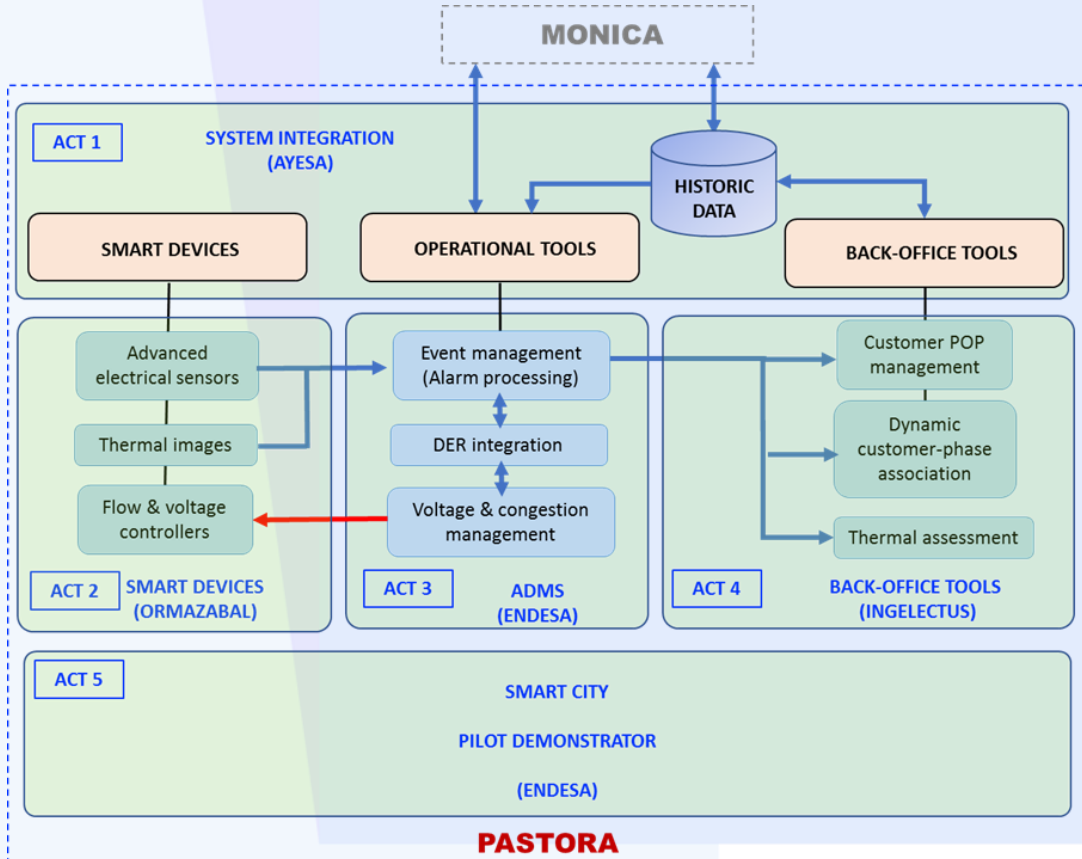
Proyecto “Pastora: Análisis Preventivo
de Redes Inteligentes en Tiempo Real e
Integración de Recursos Renovables”

Proyecto “Pastora: Análisis Preventivo de Redes Inteligentes en Tiempo Real e Integración de Recursos Renovables”

Los excelentes resultados alcanzados en el proyecto previo MONICA desarrollado en el ámbito de las redes de MT y BT de Smartcity de Endesa en Málaga, han permitido detectar puntos débiles o situaciones indeseables, que se sospechaban pero que no se podían evaluar con precisión hasta la puesta en marcha de las herramientas de monitorización desarrolladas en el proyecto.

El objetivo principal de este nuevo proyecto PASTORA es dar un paso más en la conceptualización y desarrollo de un sistema de gestión de energía avanzado ADMS. En otras palabras, en el siglo XXI no se puede seguir operando las redes MT/BT “a ciegas”, sino que es preciso desplegar un sistema de gestión de energía avanzado ADMS, conceptualmente similar al que hace décadas se implantó en redes de transporte y distribución AT (Alta Tensión), que permita a los operadores realizar la monitorización y control preventivo en tiempo real de estos activos o incluso mejorando dichos sistemas mediante una inteligencia en “isla” que permita una autogestión entre los elementos aguas abajo de la red y las subestaciones de Media Tensión, mediante CPCs (Centralized Protection & Control) y mediante IEDs (Intelligent Electronic Devices).

El ADMS mantendrá, o incluso mejorará, los niveles de calidad de suministro actuales (fiabilidad), a pesar de la presencia de nuevos e inesperados agentes, todo ello al menor coste posible para el sistema (o sea, reduciendo en lo posible las inversiones en nuevos activos de potencia y no subiendo la tarifa al ciudadano).



Transferencia Tecnológica

Proyecto “Distribution Digitization Technologies for Technical Losses Reduction: A Cost-Benefit Analysis”

Proyecto “Distribution Digitization Technologies for Technical Losses Reduction: A Cost-Benefit Analysis”

Proyecto de financiación privada de ENEL que tiene como objetivo principal realizar un análisis de las diferentes tecnologías que, habilitadas por la incorporación de la digitalización de las redes de distribución, podrían tener un impacto en la reducción de pérdidas técnicas.

El proyecto realiza un análisis teórico exhaustivo de los factores que afectan a las pérdidas en las redes eléctricas evaluándose la explotación radial frente a la mallada, la influencia de la longitud de los alimentadores, el nivel y distribución de la carga, el desequilibrio y la variación en el tiempo de la carga así como la afección de la generación distribuida.

Posteriormente, se analizan las diferentes que pueden ser aplicadas en las redes de distribución para reducir las pérdidas, en particular: cambiadores de tomas en carga, compensadores estáticos de potencia reactiva, reconfiguración de redes, equilibradores de carga, enlaces de corriente continua para mallar la red de distribución, dispositivos de almacenamiento y diferentes tecnologías de generación distribuida.

Para realizar una cuantificación de la reducción de pérdidas que podría conseguirse con estas tecnologías se realiza una aplicación de las mismas a una red de referencia de media tensión con configuración “americana” propuesta por la CIGRE Task Force C06.04.02. Dicha red está caracterizada por disponer de carga desequilibrada y disponer de una serie de laterales monofásicos. Para cada una de las tecnologías enunciadas anteriormente se realiza un análisis de la reducción de pérdidas conseguidas y de otros indicadores (niveles de tensión y desequilibrio de tensiones) que permiten una comparación cuantitativa de las mismas desde un punto de vista técnico.

Finalmente, el proyecto realiza un simple pero interesante análisis económico que permite evaluar la viabilidad de cada una de las propuestas contrastando los beneficios obtenidos a través de la reducción de pérdidas en función del coste de inversión necesario. Este análisis permite concluir qué tecnologías son más relevantes para aplicar en las redes de distribución.

El proyecto tiene como objetivo publicar un *white paper* que ponga de manifiesto el posicionamiento de ENEL, como compañía pionera en la aplicación de la digitalización, en relación con la optimización de la operación de las redes de distribución.



Transferencia Tecnológica

Informe “Incendios Forestales y Líneas
Eléctricas Aéreas”

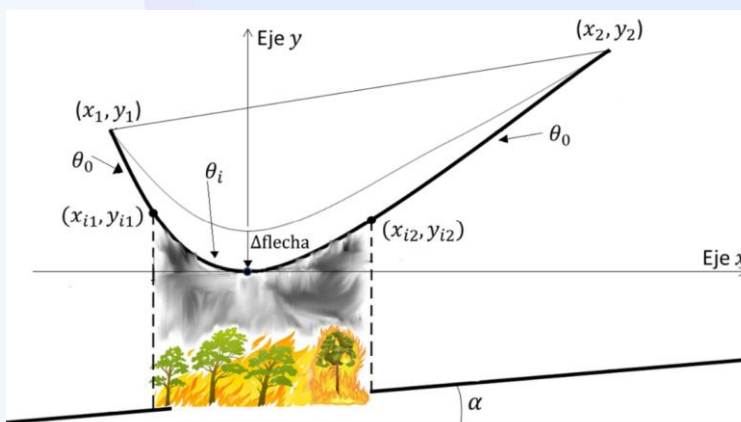
En marzo de 2016 se redactó para Endesa un informe titulado “Efectos negativos de los incendios agrícolas y forestales en el funcionamiento de líneas aéreas”. Dicho informe analizaba las dos principales consecuencias debidas a incendios localizados bajo los conductores de una línea eléctrica en operación: (1) pérdida significativa de la rigidez dieléctrica del aire y (2) reducción de la distancia conductor-masa de arbolado debido a dos fenómenos que experimenta el conductor, uno reversible (dilatación elástica) y otro irreversible (deformación plástica). Ambas consecuencias derivan, en el peor de los casos, en una descarga conductor-arbolado y el correspondiente disparo de las protecciones de la línea.

Pasados 3 años desde aquel informe, se cree conveniente por parte de Endesa continuar el análisis en las siguientes líneas de actuación:

- 1) Actualizar la bibliografía. Con objeto de conocer mejor el fenómeno de la reducción de la capacidad dieléctrica del aire en presencia de incendio, existen desde hace unos 40 años numerosos estudios que analizan el cambio en las propiedades dieléctricas del aire en presencia de gas a elevada temperatura, de restos vegetales y partículas procedentes de incendios bajo los conductores. La presencia de llama ha sido objeto de especial atención en los últimos años. Por otro lado, el impacto en el propio conductor y su efecto en la flecha ha empezado a estudiarse hace menos de una década. Por todo ello, nuevos estudios siguen surgiendo. Incluso estudios previos al informe de 2016, que fueron pasados por alto en su momento, pueden ser de utilidad ahora. Se acompaña un anexo A con la descripción del fenómeno de la ruptura dieléctrica en ausencia de incendios y las distancias requeridas en función de la tensión soportada.
- 2) Describir con más detalle el fenómeno del incendio forestal: componentes, evolución, composición de los residuos, estadísticas en España. Se incluye en anexos B, C y D.
- 3) Ampliar el contenido relativo a las medidas para evitar las repercusiones negativas de los incendios, de indudable interés para las compañías distribuidoras.
- 4) Formular matemáticamente el problema del incremento de flecha, tanto por dilatación elástica (en caliente) como por deformación plástica (en frío). Con objeto de estimar tanto el aumento de flecha que un incendio ha provocado como el aumento esperado en caso de incendio en un determinado emplazamiento, se presenta una formulación válida para conductores aluminio-acero con la intención de ser implementada en el futuro por Endesa. Se incluye en anexos E y F.

El informe concluye con una serie de recomendaciones dirigidas en general a las compañías propietarias de líneas eléctricas agrupadas en cuatro grandes grupos:

- 1) Análisis *post mortem* que tenga en cuenta la separación conductor-arbolado y el estado mecánico del conductor.
- 2) Revisión de los criterios de diseño de líneas y protecciones en paso por zonas forestales.
- 3) Implantación de sistemas de detección precoz de incendios forestales.
- 4) Desarrollo de herramientas predictivas y de valoración del riesgo.



Transferencia Tecnológica

Informe “Riesgo de Incendio en Conectores de Derivación a Perforación del Aislante para Cables Trenzados (sin corriente de derivación)”

Informe “Riesgo de Incendio en Conectores de Derivación a Perforación del Aislante para Cables Trenzados (sin corriente de derivación)”

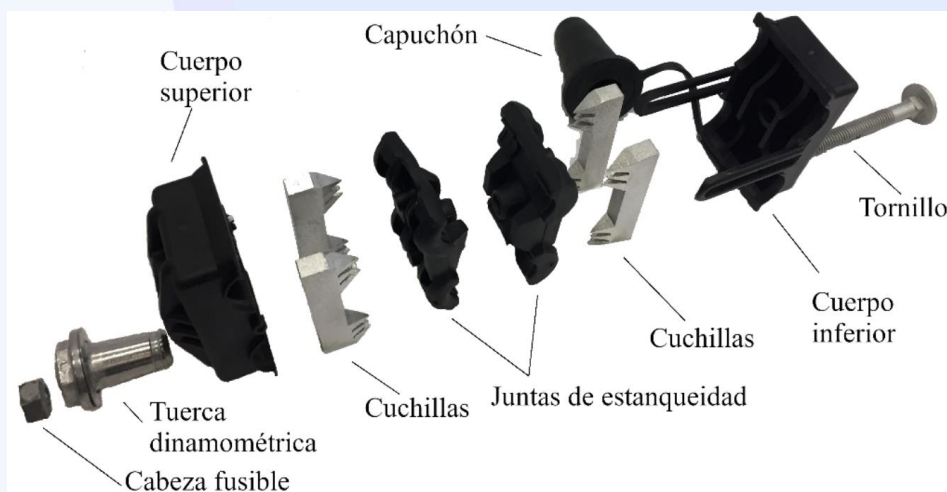
Cuando se origina un incendio forestal, y tras la urgente actuación para extinguirlo, los técnicos buscan pruebas, o al menos indicios, que permitan explicar el origen del incendio. Las causas se suelen clasificar en cinco grandes tipos: (1) rayo, (2) negligencias y causas accidentales (incluidas las de origen eléctrico), (3) intencionadas, (4) desconocidas y (5) reproducciones de incendios anteriores. Atendiendo a las estadísticas oficiales nacionales disponibles para la década 2001-2010, los que tienen un origen eléctrico supusieron el 1,3 % del total. Los más frecuentes fueron los intencionados, con el 55 % del total, seguidos por los negligentes de origen no eléctrico con el 21 %. Se concluye por tanto que en España la probabilidad de que un incendio tenga un origen eléctrico es muy baja comparada con la actuación intencionada sumada a la negligencia (quemaduras culpables, vandalismo).

Es conveniente destacar que se suele distinguir entre causa cierta (demostrada con evidencias consideradas indiscutibles) y supuesta (existen indicios pero no completa certidumbre). De los 2175 incendios con origen en línea eléctrica un 25,7 % son supuestos. Esto hace ver la dificultad que existe con frecuencia para determinar la causa concreta de un incendio de origen eléctrico. Aun así, este porcentaje es de los más pequeños cuando se compara con otras causas, como por ejemplo la quema de matorral (55 % supuestos), la quema de basuras (49,3 %) o los cigarrillos (70 %). En el total de incendios forestales, el 57,5 % tienen una causa supuesta.

De los datos anteriores podemos concluir que en general existe en muchos casos una elevada incertidumbre a la hora de determinar la causa de los incendios forestales más habituales, como las quemaduras agrícolas, de basuras, etc. Tras un incendio los técnicos buscan pruebas que permitan elaborar una reconstrucción de los hechos, pero en estos casos no son concluyentes. En supuestos de negligencia o intencionalidad, es preciso determinar además la persona o personas causantes de incendio, lo cual supone una dificultad añadida.

Las líneas eléctricas son instalaciones imposibles de eludir por su tamaño y longitud, por lo que su sola presencia en las proximidades de un incendio hace que sea motivo de sospecha inicial, a pesar del poco respaldo que las estadísticas dan a esta relación causa-efecto. La empresa eléctrica propietaria de la línea es normalmente responsable última de su correcto mantenimiento, por lo que la tarea de identificación del supuesto responsable se habría efectuado también.

Este informe, cuya conclusión tendrá lugar en 2020, se enmarca en la exposición de argumentos puramente técnicos que tratan de justificar la dificultad de que un incendio se provoque en una línea BT aérea con cable trenzado, en particular que se origine en un conector de derivación a perforación del aislante, homologado por Endesa y debidamente seleccionado e instalado. Se incluye un repaso de las estrictas normas de calidad y durabilidad que deben pasar estos conectores y un análisis para el caso de conductor derivado sin carga. Por último se analizará un caso particular ocurrido en Beas (Huelva), en junio de 2019.



Publicaciones

Publicaciones en Revistas	
1.	<p>Buzau, Madalina Mihaela, Tejedor Aguilera, Javier, Cruz Romero, Pedro Luis, Gomez Exposito, Antonio: Detection of non-technical losses using smart meter data and supervised learning. En: <i>IEEE Transactions on Smart Grid</i>. 2019. Vol. 10. Núm. 3. Pag. 2661-2670. 10.1109/Tsg.2018.2807925</p>
2.	<p>Buzau, Madalina Mihaela, Tejedor Aguilera, Javier, Cruz Romero, Pedro Luis, Gomez Exposito, Antonio: Hybrid deep neural networks for detection of non-technical losses in electricity smart meters. En: <i>IEEE Transactions on Power Systems</i>. 2019. Vol. Early Access. Núm. -. Pag. 1-1. 10.1109/Tpwr.2019.2943115</p>
3.	<p>Angel Arcos Vargas, Gomez Exposito, Antonio, Gutiérrez García, Francisco: Self-sufficient renewable energy supply in urban areas: application to the city of Seville. En: <i>Sustainable Cities and Society</i>. 2019. Vol. 46. doi.org/10.1016/j.scs.2019.101450</p>
4.	<p>Tevar, Gabriel, Gomez Exposito, Antonio, Arcos Vargas, Ángel: Influence of Rooftop PV Generation on Net Demand, Losses and Network Congestions: A Case Study. En: <i>International Journal of Electrical Power & Energy Systems</i>. 2019. Vol. 106. Núm. Marzo 2019. Pag. 68-86. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.09.013</p>
5.	<p>Maza Ortega, Jose Maria, Gomez Exposito, Antonio: Sistemas de recarga de vehículos eléctricos: revisión tecnológica e impacto en el sistema eléctrico. En: <i>Economía Industrial</i>. 2019. Vol. 411. Pag. 35-44</p>

En los medios

	Medio de Comunicación	Enlace
1.	EUROPA PRESS 02/01/2019	Endesa lidera un proyecto para introducir la inteligencia artificial en el control de la red de distribución
2.	LA VANGUARDIA 02/01/2019	Endesa incorporará la inteligencia artificial en la red de distribución
3.	El periódico de la energía 02/01/2019	Endesa lidera un proyecto para introducir la inteligencia artificial en el control de la red de distribución
4.	Inversión Finanzas.com 02/01/2019	Endesa incorporará la inteligencia artificial en la red de distribución
5.	Computerworld 02/01/2019	Endesa abraza la inteligencia artificial
6.	Diario de Sevilla 03/01/2019	La Hispalense participa en un proyecto de control de la red eléctrica
7.	El Día de Córdoba 03/01/2019	Endesa lidera cómo introducir la inteligencia artificial en el control de la red eléctrica.
8.	El Economista 03/01/2019	Endesa aplica la Inteligencia Artificial a la Red Eléctrica
9.	MERCADOS21.es 13/02/2019	Almacenamiento y el diseño de una red de baja tensión, premios Cátedra Endesa
10.	EUROPA PRESS 06/03/2019	Dos ingenieras de la Universidad de Sevilla son reconocidas con los XIV premios de la Cátedra Endesa
11.	20 minutos 24/04/2019	LA IV Escuela de la Energía UIMP-Cátedra Endesa aborda retos de la transición energética
12.	EUROPA PRESS 24/04/2019	LA IV Escuela de la Energía UIMP-Cátedra Endesa aborda retos de la transición energética
13.	LA VANGUARDIA 24/04/2019	LA IV Escuela de la Energía UIMP-Cátedra Endesa aborda retos de la transición energética
14.	IEEE sección España 01/05/2019	El profesor Antonio Gómez Expósito, recibe el prestigioso premio 2019 IEEE PES Outstanding Power Engineering Educator Award
15.	AEDIVE 06/06/2019	VEM 2019 cierra su quinta edición con 20.000 visitantes entusiasmados por la movilidad eléctrica
16.	SMARTGRIDSINFO.es 13/06/2019	Un Consejo Académico de expertos asesorará a Aedive para fomentar la movilidad eléctrica
17.	Cadena Ser 11/07/2019	Los retos del coche eléctrico, a debate
18.	ELPAIS 14/07/2019	La movilidad del siglo XXI se enchufa
19.	Diario de Sevilla 16/07/2019	#eCitySevilla hará de Andalucía un referente energético mundial
20.	Diario de Sevilla 11/12/2019	Las pymes andaluzas, ante el reto de abordar la transición energética

