Cátedra Endesa Red

Memoria anual 2024

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

endesa

ÍNDICE

Organización de la Catedra ……..……...……..……... 5

Cursos …….……...…..……... 9

Jornadas …….……...…..…..…… 23

Sesiones ….……..……...……..…… 27

Seminarios Docentes y Conferencias Recibidos ....……. 31

Seminarios Docentes Impartidos…….……...……... 39

Exposiciones……... 45

Premio Trabajo Fin de Grado..... 49

Premio Trabajo Fin de Master…….……...…..... 53

Acto de entrega de los mejores TFE del curso 2023/2024 ……. 57

Proyectos y Estudio Financiados por la CÁTEDRA ENDESA 61

Otro Proyectos y Estudios ……..……... 67

Publicaciones ……. 73

En los Medios ...……...……... 77

Organización

ORGANIZACIÓN

D. Manuel Felipe Rosa Iglesias
Vicerrector de Transferencia
del Conocimiento
Universidad de Sevilla

D. Andrés Sáez Pérez
Director de la Escuela Técnica
Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

D. José Luis Martínez Ramos
Director del Departamento
de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Sevilla

D. Rafael Sánchez Durán
Director General de Endesa en
Andalucía y Extremadura

D. Mario Fernández Jiménez
Head of Strategy & Business
Improvement / e-Distribución

D. Emilio Jiménez Criado
Head of Operational Regional
Area Andalucia y Extremadura,
e-Distribución, Endesa

DIRECTOR

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

DIRECTOR ADJUNTO

D. Néstor Benito Sáenz
Business Improvement,
Endesa

Cursos

Cursos de Otoño 2024 de la UIMP:

“Flexibilidad en sistemas eléctricos descarbonizados”

23 y 24 de octubre de 2024

UIMP Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Cursos de otoño
Sevilla
24

FLEXIBILIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DESCARBONIZADOS
Sevilla, 23 y 24 de octubre de 2024

Director:
José María Maza Ortega
Universidad de Sevilla
Secretaria:
Néstor Benito Sáenz
Endesa

OBJETIVOS DEL CURSO:

El sistema eléctrico está experimentando en las últimas décadas una profunda transformación por la urgente y necesaria descarbonización de la sociedad. Este cambio de paradigma no es sencillo, pues la planificación y operación de sistemas eléctricos descarbonizados es todo un reto tecnológico por multitud de motivos: utilización de fuentes renovables de energía con potencia no firme, aumento de la demanda por la electrificación de usos finales de la energía, limitación en la construcción de nuevas infraestructuras de transporte y distribución de energía eléctrica, etc. De esta forma, el sistema eléctrico estará sometido a una mayor volatilidad tanto en la generación como en el consumo. Por estos motivos, será imposible mantener los estándares de calidad, eficiencia y seguridad del suministro eléctrico en un futuro cercano si no se articulan hoy las medidas adecuadas. La flexibilidad, entendida como la capacidad del sistema eléctrico para hacer frente a la variabilidad e incertidumbre en generación, demanda y disponibilidad de red, es crucial para acometer con éxito este proceso de transición energética.

Este curso tiene como objetivo revisar las diferentes tecnologías que pueden aportar flexibilidad en el sistema eléctrico desde un punto de vista tecnológico: el papel del almacenamiento energético, la gestión de la demanda, la contribución de la generación convencional y renovable, así como la utilización de dispositivos de electrónica de potencia. La adopción de las diferentes tecnologías depende de la problemática que se desea resolver, por lo que es necesario tener una visión de las necesidades de flexibilidad de los operadores de la red de transporte y distribución, así como del marco regulatorio vigente y esperable en un futuro. El curso incorpora, adicionalmente, dos experiencias internacionales en la aplicación de herramientas de flexibilidad en Estados Unidos y China que sin duda pueden ser de aplicación en el contexto europeo.

El curso va dirigido a estudiantes de últimos cursos y profesionales de ingeniería, economía y medio ambiente.

Lugar de celebración:
Sede Corporativa ENDESA
Avenida de la Borbolla 4
41004 Sevilla

Información Matrículas:
UIMP
Patio de Banderas 9
41004 Sevilla
Tfno: 954-228731

Plazo de matrícula desde el 20 de septiembre de 2024 (plazas limitadas)
Tarifa del curso ..... **25,00 €**
20% de descuento a los alumnos que acrediten estar matriculados en estudios conducentes a la obtención de un título de grado, master o doctorado en una universidad española.
Tasa apertura expediente académico ..... **22,50 €**

www.uimp.es

Patrocinan
endesa
redeia

Los días 23 y 24 de octubre de 2024 se celebró el curso titulado “Flexibilidad en Sistemas Eléctricos Descarbonizados” que fue organizado por la UIMP en Sevilla.

Patrocinada por la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla, por ENDESA y por Redeia, la Escuela de Energía estuvo dirigida por D. José María Maza Ortega, Catedrático de Universidad, adscrito a Departamento de Energía Eléctrica de la Universidad de Sevilla.

D. Antonio Gómez Expósito, director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla, **D. Jorge Juan Jiménez Luna** de Redeia, **Dª. Nieves López Santana**, Directora de la sede de Sevilla de la UIMP, **D. Juan Manuel Rosauro,** director de Relaciones Institucionales Andalucía y Extremadura en Endesa y **D. José María Maza Ortega**, director del curso y catedrático de la Universidad de Sevilla.

Expertos de diferentes áreas abordaron en la sede de Sevilla de la UIMP la flexibilización los sistemas eléctricos descarbonizados.

El 23 y 24 de octubre de 2024 en Sevilla, expertos de diferentes áreas abordaron en Sevilla el reto de la flexibilización en el sector eléctrico durante el curso de la Cátedra Endesa "Flexibilidad en Sistemas Eléctricos Descarbonizados" organizado por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) y la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla.

Para ello se ha contado con expertos en la materia de Endesa, REE, e-distribución, Ingelectus, la Agencia Andaluza de la Energía, la Universidad de Málaga, the University of Connecticut, Tsinghua University, la Universidad Pontificia Comilla y la propia Universidad de Sevilla.

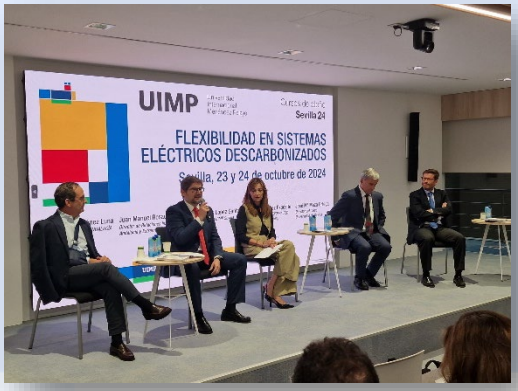
49 alumnos

Estas jornadas, en las que participaron 49 alumnos, fueron inauguradas por Dª Nieves López Santana, Directora de la sede de Sevilla de la UIMP, junto a D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa y catedrático de la Universidad de Sevilla, D. José María Maza Ortega, director del curso y catedrático de la Universidad de Sevilla, D. Juan Manuel Rosauro, director de Relaciones Institucionales Andalucía y Extremadura en Endesa, y D. Jorge Juan Jiménez Luna de Redeia, empresa que este año es copatrocinadora del curso.

Todos ellos pusieron en valor la necesidad de este tipo de cursos en los que se analizan de forma activa casos reales de iniciativas y finanzas sostenibles y el papel clave que el sector eléctrico juega en el escenario de la transición energética.

Objetivos del curso.

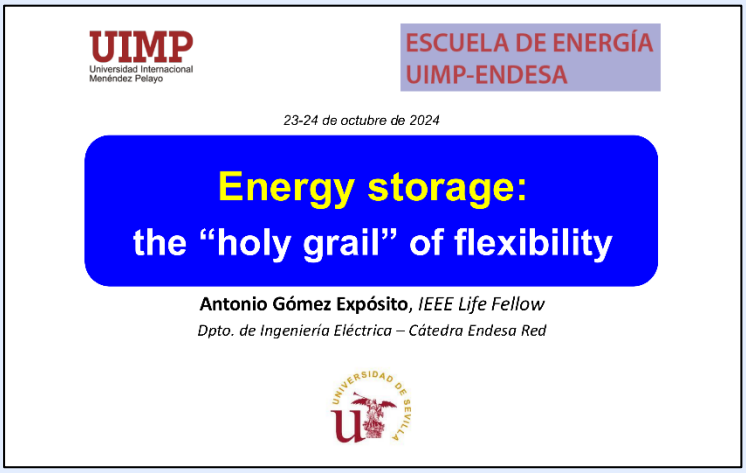
Este curso tiene como objetivo revisar las diferentes tecnologías que pueden aportar flexibilidad en el sistema eléctrico desde un punto de vista tecnológico: el papel del almacenamiento energético, la gestión de la demanda, la contribución de la generación convencional y renovable, así como la utilización de dispositivos de electrónica de potencia. La adopción de las diferentes tecnologías depende de la problemática que se desea resolver, por lo que es necesario tener una visión de las necesidades de flexibilidad de los operadores de la red de transporte y distribución, así como del marco regulatorio vigente y esperable en un futuro.

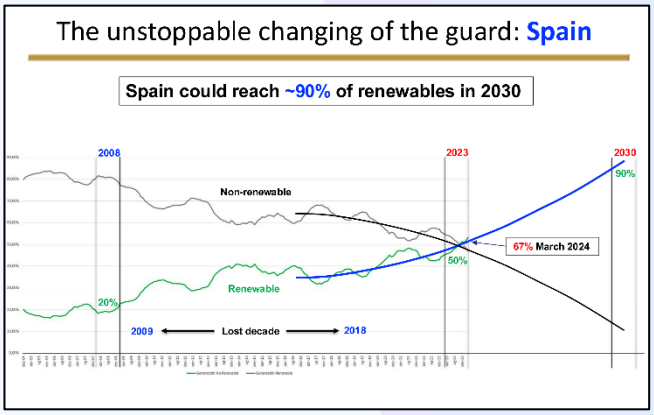


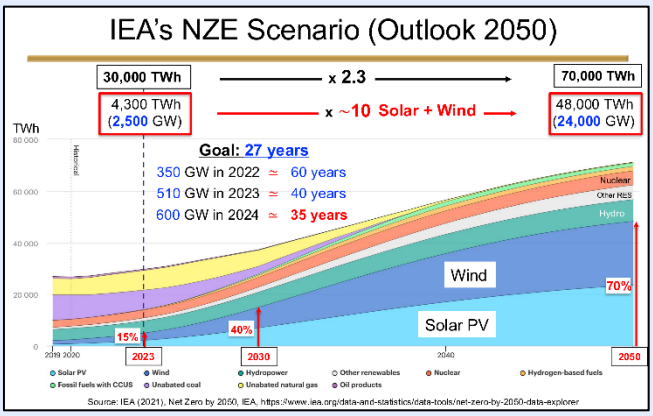
El curso incorpora, adicionalmente, dos experiencias internacionales en la aplicación de herramientas de flexibilidad en Estados Unidos y China que sin duda pueden ser de aplicación en el contexto europeo.

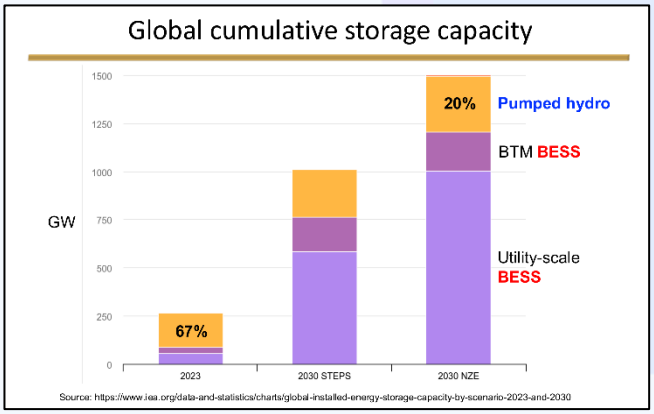
PONENCIA:

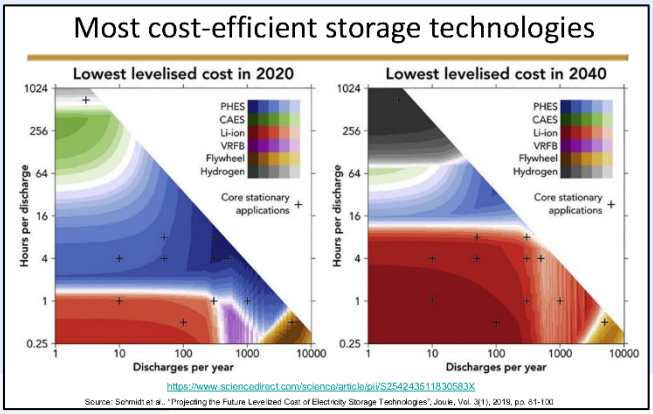
Dr. Antonio Gómez Expósito, director de la Cátedra Endesa y catedrático de la Universidad de Sevilla, presentó su ponencia titulada "El almacenamiento energético"





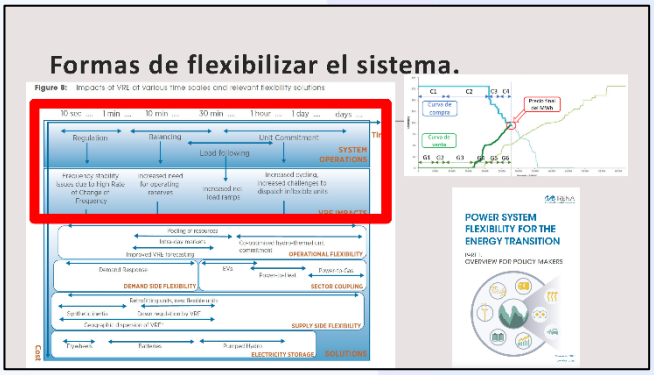


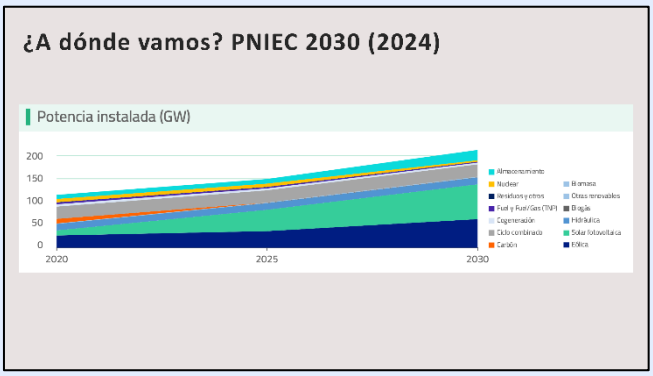


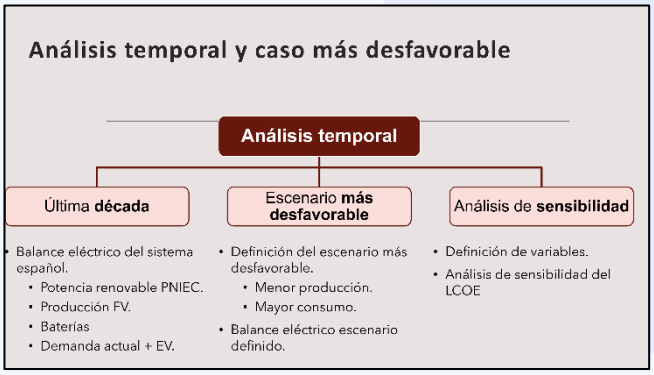


PONENCIA:

Dr. Ángel Arcos Vargas, catedrático de la Universidad de Sevilla, presentó su ponencia titulada “Flexibilidad aportada por la generación convencional y renovable”





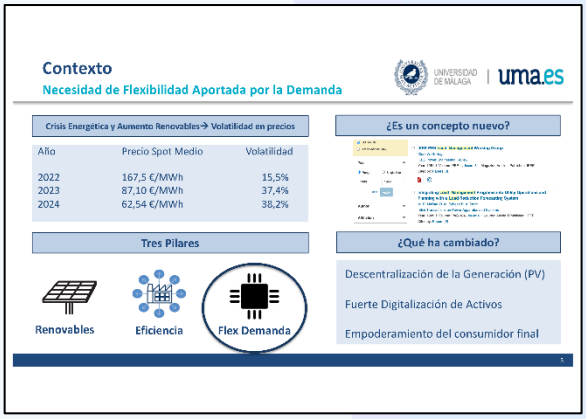


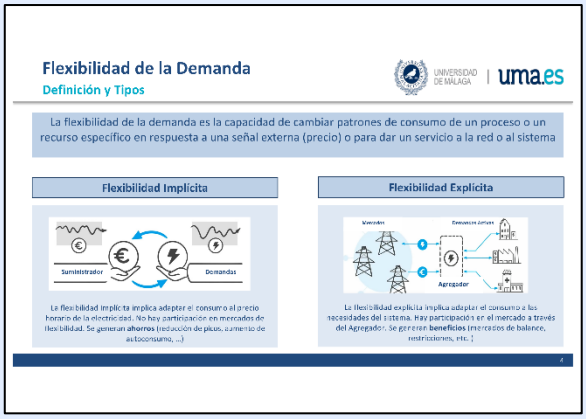
Conclusiones

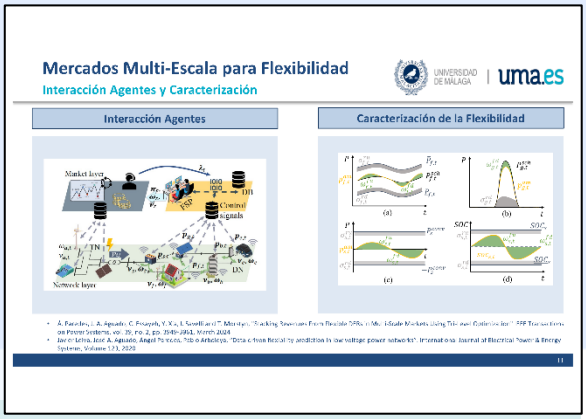
1. El proceso de transición energética está modificando el parque de generación a uno más removable pero menos flexible
2. Las necesidades de almacenamiento previstas serán enormes (370 GWh) de no modificar los parámetros de desarrollo de la generación.
3. Hasta ahora, las instalacuones PV se construyen con la inclinación de máxima energía.
4. No tiene sentido utilizar toda la generación hidráulica gestiobnable como alamcenamiento estacional.
5. La modificación de las plantas supondría una reducción de la producción y de los vertidos, reduciendo también las necesiaddes de almacenamiento estacional.

PONENCIA:

Dr. José Antonio Aguado, catedrático de la Universidad de Málaga, presentó su ponencia titulada “Flexibilidad Aportada por la demanda”

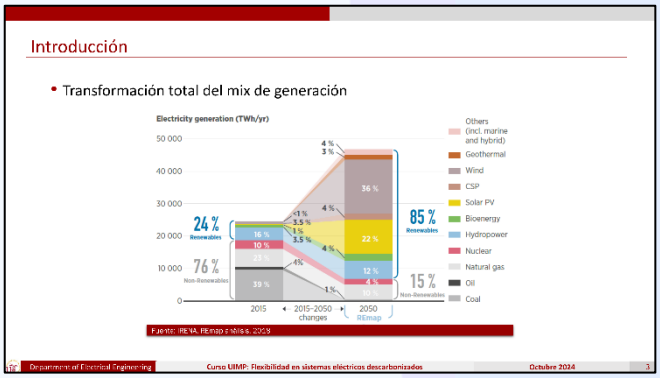


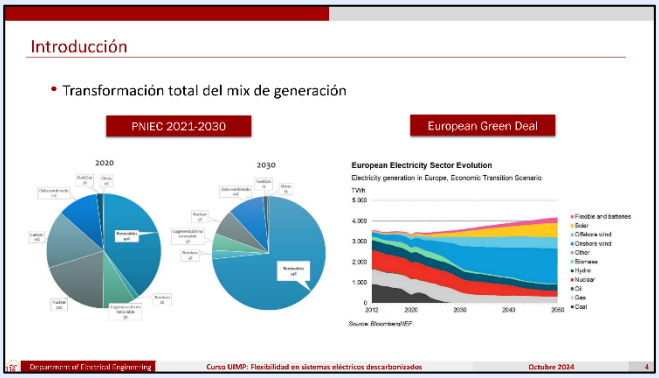


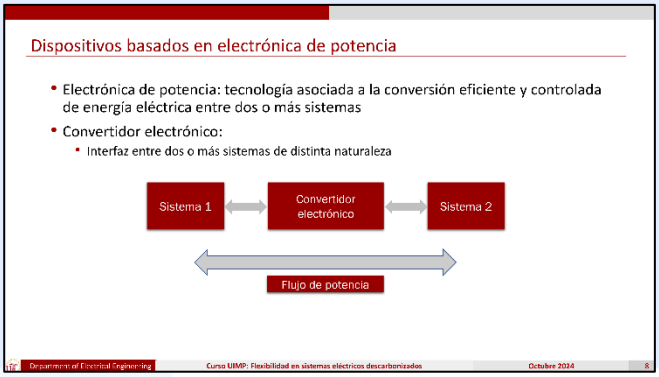


PONENCIA:

Dr. José María Maza Ortega, catedrático de la Universidad de Sevilla, presentó su ponencia titulada "Aplicaciones de electrónica de potencia para la gestión flexible del sistema eléctrico"

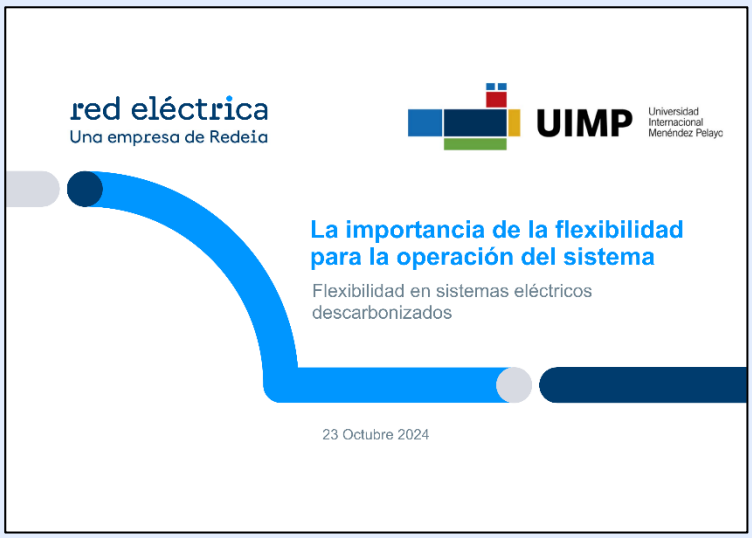


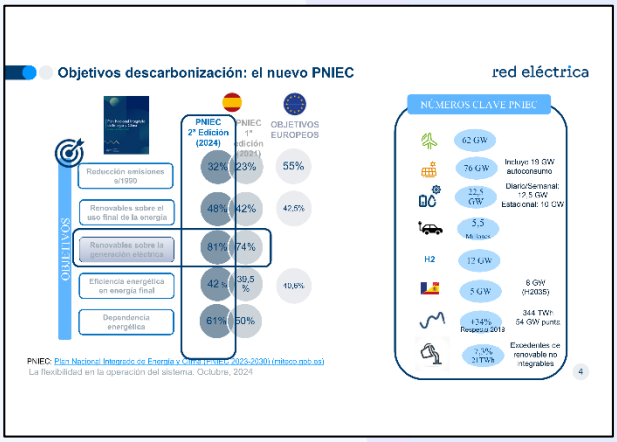


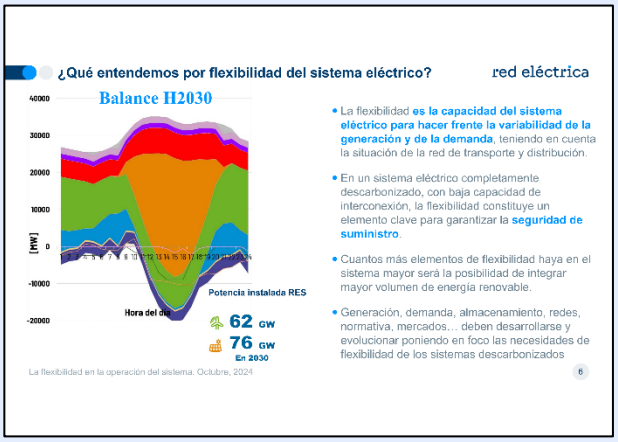


PONENCIA:

Dª. Rosalía Rivas Saiz, Jefe Dpto. Modelos para la Operación del Sistema en Red Eléctrica, presentó su ponencia titulada "La importancia de la flexibilidad para la operación del sistema"







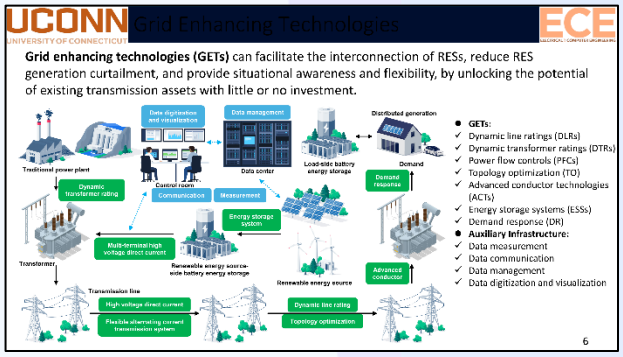
PONENCIA:

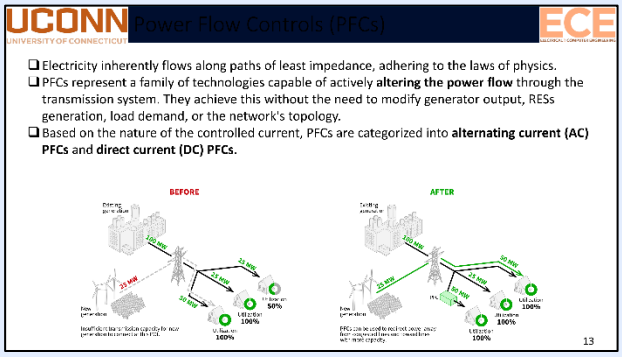
Assistant Professor Junbo Zhao, University of Connecticut, presentó por videoconferencia su ponencia titulada "Grid enhancing technologies for transmission assets utilization in decarbonized energy systems: current status, experiences and prospects"

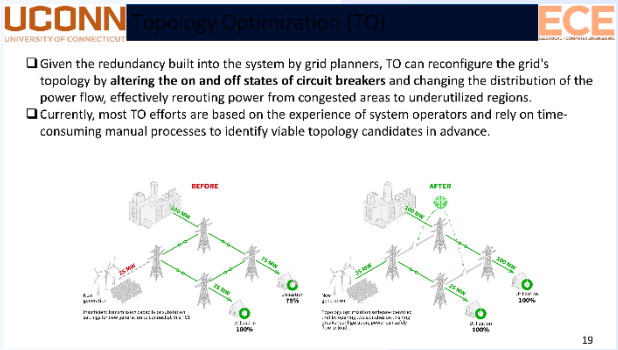
UCONN UNIVERSITY OF CONNECTICUT — ECE ELECTRICAL & COMPUTER ENGINEERING

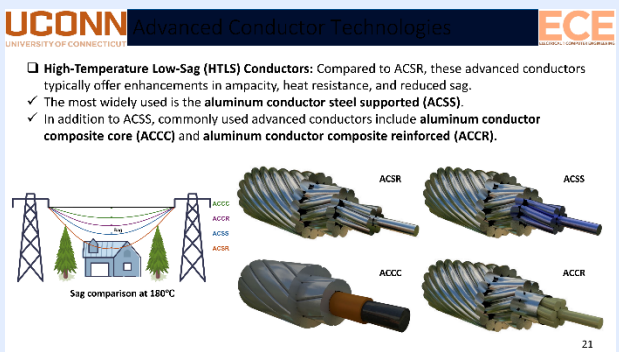
Grid Enhancing Technologies for Transmission Assets Utilization in Decarbonized Energy Systems: Current Status, Experiences and Prospects

Dr. Junbo Zhao, Castleman Term Professor in Engineering Innovation
Director, DOE Northeast University Cybersecurity Center for Advanced and Resilient Energy Delivery (CyberCARED)
Research Scientist, National Renewable Energy Laboratory | nrel.gov
Department of Electrical and Computer Engineering
Email: junbo@uconn.edu
10/23/2024



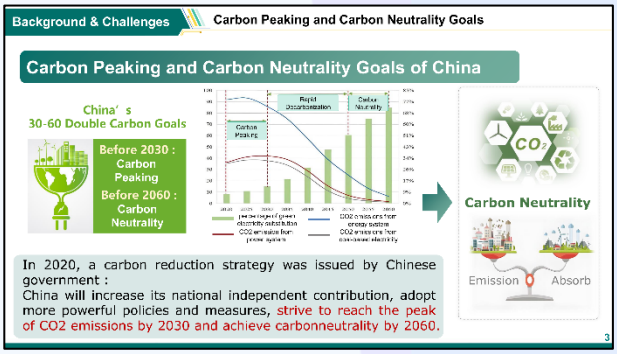


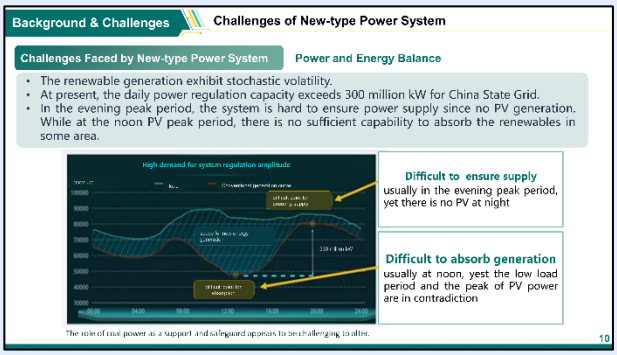


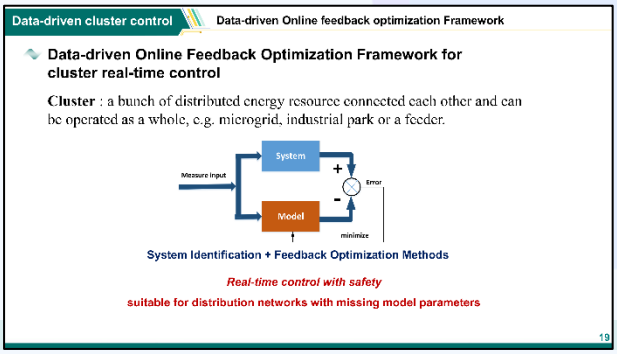


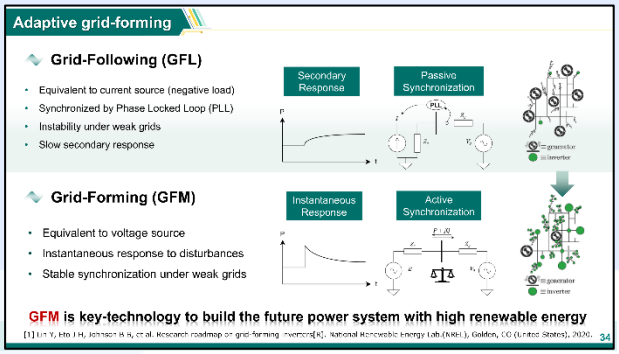
PONENCIA:

Professor Wenchuan Wu, Tsinghua University, presentó su ponencia titulada "How to accommodate the integration of ultra-high penetration distributed PV: Technical Solutions andField Tests"



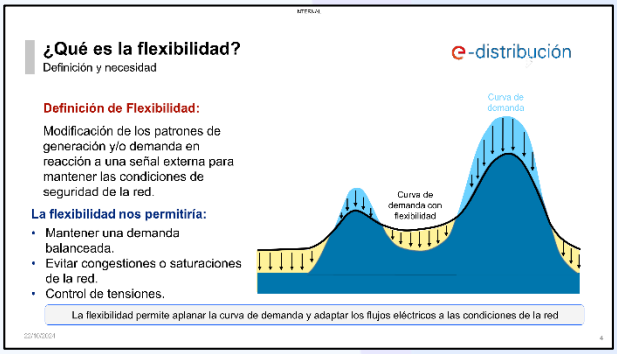


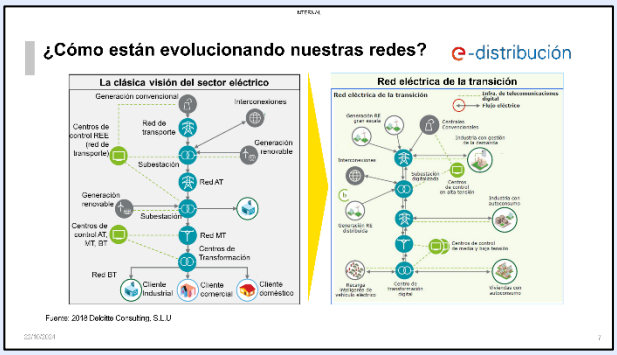


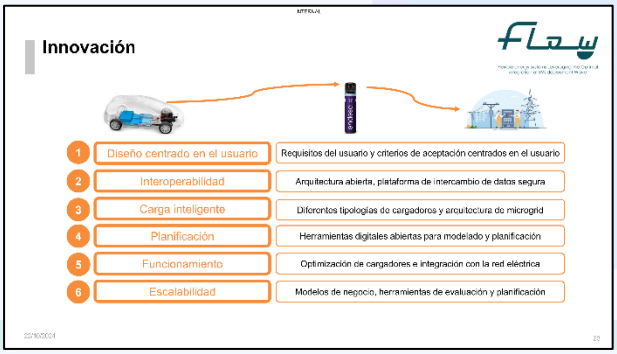


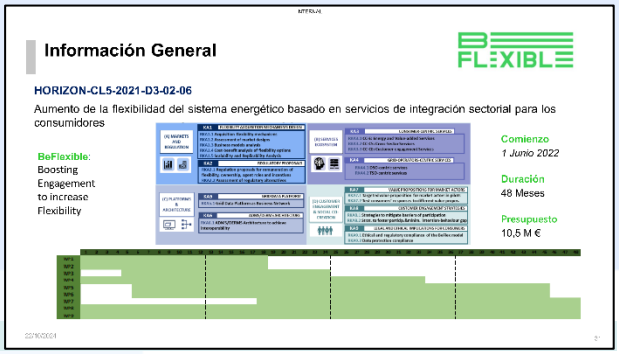
PONENCIA:

D. Carlos Gaitán Poyatos, de e-distribución presentó su ponencia titulada “Proyectos Europeos de Flexibilidad: Flow y BeFlexible”



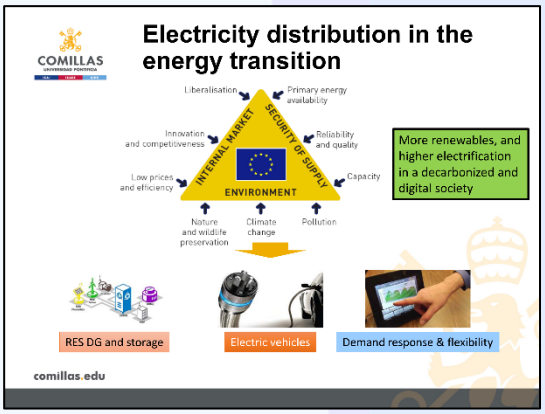


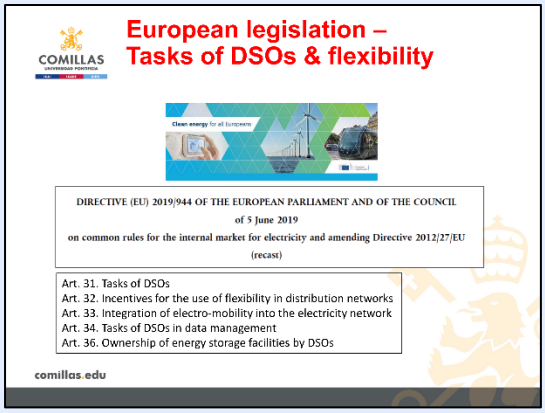


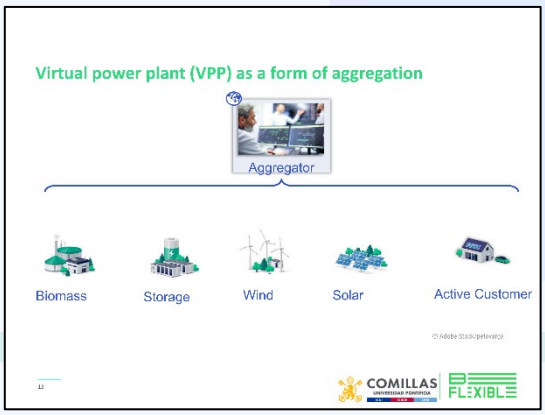


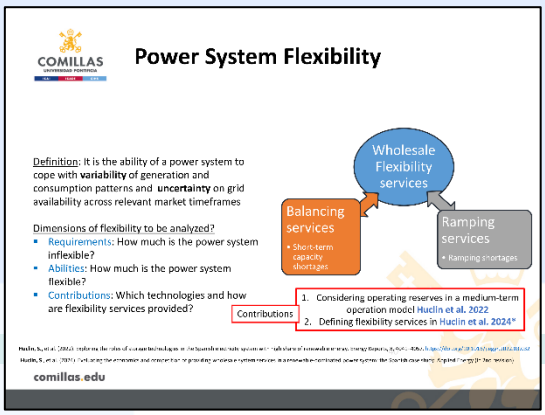
PONENCIA:

Dr. Tomás Gómez San Román, profesor de la Universidad Pontificia Comillas, presentó su ponencia titulada "Aspectos normativos y regulatorios para el despliegue de la flexibilidad en sistemas eléctricos"

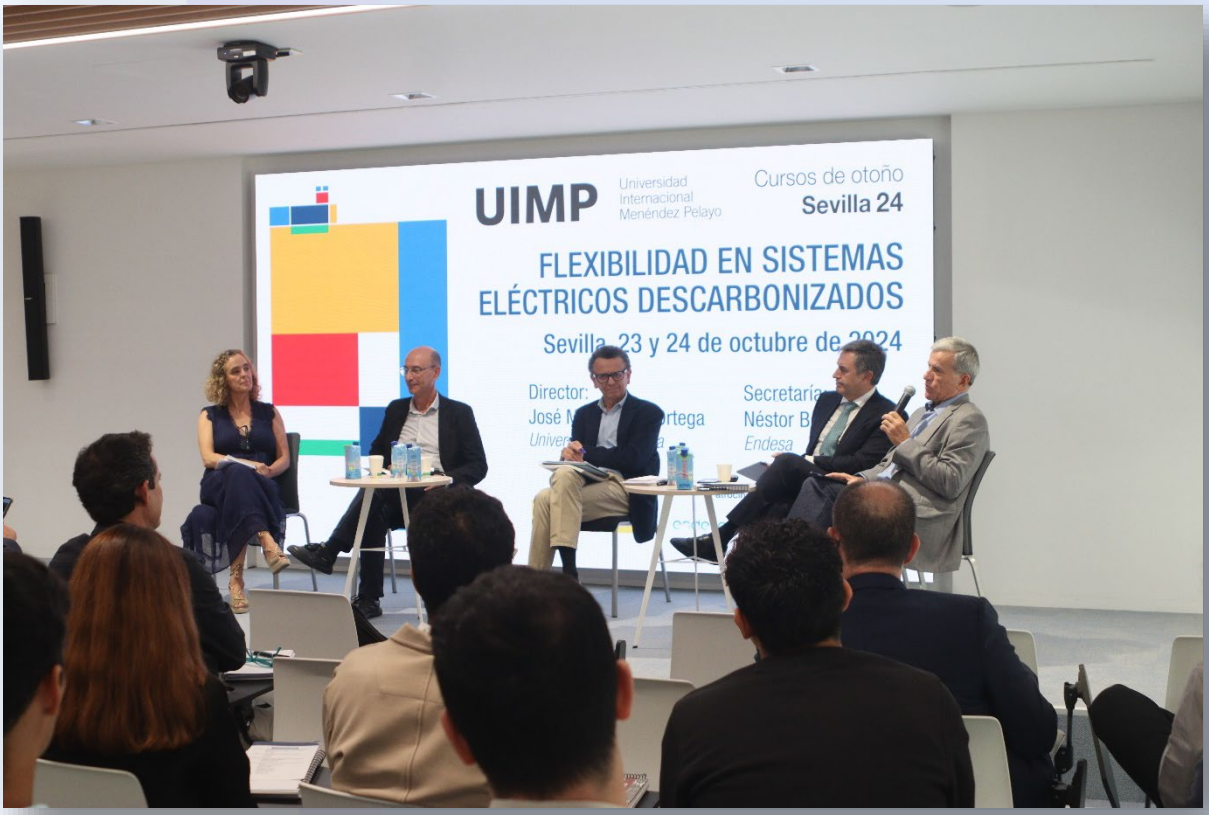








Mesa redonda: El futuro del sistema eléctrico descarbonizado español



Moderador: Antonio Gómez Expósito (Universidad de Sevilla)
Rafael Sánchez Durán (Endesa)
José Manuel Torres Ramos (Agencia Andaluza de la Energía)
Tomás Gómez San Román (Universidad Pontificia Comillas)
Esther Romero Ramos (Ingelectus)

JORNADAS

- I JORNADA DE SOSTENIBILIDAD

I Jornada sobre
Sostenibilidad Energética y Medioambiental

Salón de Grados. ETS Ingeniería
10 de Abril de 2024

Programa

9:30 – 10:00 Apertura y Presentación
Vicerrector de Investigación. **Julián Martínez**
Vicerrector de Transferencia del Conocimiento. **Felipe Rosa**
Director Escuela Técnica Superior de Ingeniería. **Andrés Sáez.**
Director de la Unidad de Excelencia ENGREEN. **Carlos Bordons**

10:00 - 10:30 Clima, Desarrollo Económico y Energía.
Alfonso M. Gañan. Univ. Sevilla.

10:30 - 11:00 El Hidrógeno Verde como Vector Energético.
Fernando Isorna. INTA.

11:00 - 11:30 Café.

11:30 - 12:00 Infraestructuras de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE).
Santiago Olmo. ENDESA.

12:00 - 12:30 Almacenamiento de Energía: La Revolución en Ciernes.
Antonio Gómez. Univ. Sevilla.

12:30 - 13:00 Descarbonización del Puerto de Sevilla.
Elisa Oyonarte. Puerto de Sevilla.

13:00 - 13:30 Debate y Preguntas

I Jornada sobre Sostenibilidad Energética y Medioambiental

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla ha acogido este miércoles 10 de abril la I Jornada sobre Sostenibilidad Energética y Medioambiental, organizada por ENGREEN, la Unidad de Excelencia de la Universidad de Sevilla, Laboratorio de Ingeniería para la Sostenibilidad Energética y Medioambiental.

La Jornada ha contado con la participación de importantes voces expertas del sector, que han ofrecido una visión completa sobre la situación actual y los principales factores que intervienen en el objetivo de la sostenibilidad energética y medioambiental. En este sentido han intervenido Alfonso M. Gañán, catedrático de la Universidad de Sevilla, con una conferencia titulada ‘Clima, Desarrollo Económico y Energía’; Fernando Isorna, del INTA, que ha hablado sobre ‘El Hidrógeno Verde como Vector Energético’; Santiago Olmo, de Endesa, bajo el título ‘Infraestructuras de Recarga de Vehículos Eléctricos’; Antonio Gómez, catedrático de la Universidad de Sevilla, con una exposición sobre ‘Almacenamiento de Energía: la Revolución en Ciernes’, y Elisa Oyonarte, del Puerto de Sevila, para tratar sobre la ‘Descarbonización del Puerto de Sevilla’.

Sesiones

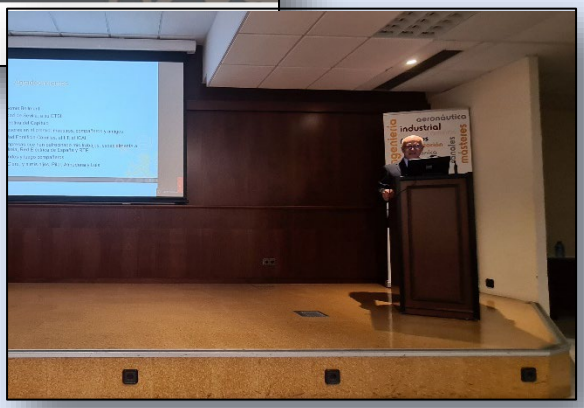
- Sesión de Cierre 2024 y Acto de Reconocimiento.

  IEEE PES ESPAÑA

  Ponencia por D. Luis Rouco Rodríguez

La IEEE Power and Energy Society Capítulo España celebró el 10 de Diciembre de 2024 la sesión de cierre 2024. Durante la misma, a la que se asistió de forma presencial y telemática, se celebró una **Asamblea General**, seguida por el Acto de Reconocimientos 2024., durante el cual se galardonó a los ganadores y finalistas del Concurso Desafío TFM en 3 minutos 2024, y se reconoció la labor del Prof. Luis Rouco Rodríguez, por su destacada contribución al análisis de sistemas eléctricos de potencia.

Se galardonó a los ganadores y finalistas del Concurso Desafío TFM en 3 minutos 2024, y se reconoció la labor del Prof. Luis Rouco Rodríguez, por su destacada contribución al análisis de sistemas eléctricos de potencia.



A la aceptación de los premios el profesor Luis Rouco Rodríguez impartió una conferencia titulada: “La evolución del problema de estabilidad en los últimos 40 años: Un viaje personal”

Biografía:
Luis Rouco Rodríguez obtuvo los títulos de Ingeniero Industrial y Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid en 1985 y 1990 respectivamente. Es Profesor Propio Ordinario (Catedrático) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) de la Universidad Pontificia Comillas. Es Director del Curso de Especialista en Operación del Sistema Eléctrico REE-ICAI. Ha sido Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica en el periodo 1999-2005 y del Máster en Tecnología Eléctrica ENDESA-IIT en el periodo 2007-2011. Imparte cursos grado de Máquinas Eléctricas y Protecciones y de master de Sistemas de Energía Eléctrica.

El Profesor Rouco Rodríguez desarrolla sus actividades de investigación en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) donde ha supervisado más de 250 proyectos de investigación y consultoría para las administraciones públicas españolas y europeas, todas las empresas eléctricas españolas y otras empresas españolas y extranjeras. Las áreas de trabajo del Profesor Rouco Rodríguez son el modelado, análisis, simulación, control e identificación de sistemas de energía eléctrica.

Seminarios Docentes y Conferencias Recibidos

- **Dr. Francisco Jurado Melguizo**

  "Las microrredes activas: desarrollo actual e investigación"

- **Professor Hsiao-Dong Chiang**

  "Optimal Power Flow Technology for Power Systems with Renewable Energy: Theory, Computation, and Applications"

- **Profesor Xavier Gillaud**

  "Towards a coherent theory for grid forming control analysis"

- **Dr. Paulo César Tabares Velasco**

  "Descarbonización a escala comunitaria: por qué todavía no he encontrado lo que estoy buscando"

- **Dr. José Manuel Arroyo Sánchez**

  "Almacenamiento en la Optimización de Sistemas de Energía Eléctrica con Elevada Penetración de Energías Renovables"

Universidad de Sevilla

Escuela Técnica
Superior de Ingeniería

ACCIÓN REF. 112 - Captación de talento para la docencia de posgrado a través de la participación de colaboradores docentes externos (Curso 2023-2024)

Máster en Ingeniería Industrial - Máster en Sistemas de Energía Eléctrica y Doble Máster en II y SEE

Las microrredes activas: desarrollo actual e investigación

- Centrales eléctricas basadas en biomasa

  Día 2 de mayo, Aula S24, 16:00 h.

- Microrredes
  Día 3 de mayo, Aula 203, 11:00 h.

Profesor Francisco Jurado Melguizo

Catedrático de Universidad del Dpto. de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Jaén

Autor de 780 publicaciones científico-técnicas

- 450 artículos en revistas del Journal Citation Reports
- 190 publicaciones en el primer cuartil (Q1)
- Más de 220 comunicaciones en congresos internacionales
- Autor de 2 patentes

Sus publicaciones han recibido unas 14000 citas (Scopus)

Ha dirigido 38 tesis doctorales

Índice Hirch *h*-index = 59 (Scopus)

Investigador entre los más influyentes del mundo (top 2 %) según la clasificación realizada por la Stanford University (Estados Unidos)

Proyectos de Investigación

- Coordinador de dos proyectos de investigación europeos, (Horizonte 2020)
- Investigador principal en 6 proyectos nacionales y 3 proyectos regionales.
- Investigador en 2 proyectos europeos, 9 proyectos nacionales y 2 proyectos regionales
- Coordinador en 3 redes de investigación

Ha dirigido 38 tesis doctorales

- 22 Tesis en la Universidad de Jaén (13 Tesis Internacionales)
- 4 Tesis en la UNED-Madrid (Premio Extraordinario en 2007)
- 4 Tesis en la Universidad de Cádiz (Premio Extraordinario en 2010 y 1 Tesis Internacional)
- 7 Tesis en la Universidad de Asuán (Egipto)
- 1 Tesis en la Universidad de Sétif (Argelia)

“Optimal Power Flow Technology for Power Systems: Theory, Computation, and Practical Applications”

Abstract:
The goal of an optimal power flow (OPF) is to determine the “best” way to operate a power system. Usually “best” = minimizing operating cost or system power loss, while operational and engineering constraints are satisfied. According to a FERC of USA study, a good AC OPF solution engine can save tens of billions of dollars in the US alone every year. SuperOPF is a practical and powerful AC OPF solver, developed by Bigwood Systems Inc. under the sponsorship of Department of Energy, USA and several utility companies in the last 15 years.

SuperOPF has been extensively evaluated on practical OPF models ranging from 15,000-bus models to Co-optimization problems with 250,000 control variables. Even though the theoretical foundation of SuperOPF is solid, it may occasionally fail to compute a AC OPF solution due to issues such as the non-existence of an OPF solution and bad initial starting points

Prof. Hsiao-Dong Chiang

Bio:
Hsiao-Dong Chiang (F’97) received the Ph.D. degree in electrical engineering and computer sciences from the University of California. Since 1998, he has been a Professor in the School of Electrical and Computer Engineering at Cornell University. He is the author of two books and was elected IEEE Fellow in 1997. He has served as an associate editor for three different IEEE transactions and journals, and served as a board member for IEEJ Japan. He is the founder of Bigwood Systems, Inc. and of Global Optimal Technology, Inc..

“Towards a coherent theory for grid forming control analysis”

Abstract:
In these last years, countless papers have been published about various subjects around the grid forming converters and many variants have been proposed. This presentation propose a coherent framework for the analysis of the grid forming behavior in various situations and applications. The presentation starts from fundamental considerations about the active power control with angle in order to propose a unified approach for grid forming control with current loop (CC GFM) or not (VC GFM), the two main types of grid forming control that can be found in the literature.

Then, it is shown that the choice of including a current loop or not has a strong influence on the enhancement of the small signal stability brought by a grid forming control. In a last step, a generic method is proposed to enhance the large transient stability.

Prof. Xavier Guillaud

Bio:
Professor in Centrale Lille. He received his Ph.D from University of Lille in 1992 and joined the Laboratory of Electrical Engineering and Power Electronic (L2EP) in 1993. He has been professor in Ecole Centrale of Lille since 2002. First, he worked on modeling and control of power electronic systems. Then, he studied the integration of distributed generation and especially renewable energy in the power system. Nowadays, he is focused on the integration of high voltage power electronic converters in the transmission system.

“Descarbonización a escala comunitaria: por qué todavía no he encontrado lo que estoy buscando”

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

Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla
Programa de Doctorado Interuniversitario en Sistemas de Energía Eléctrica
Máster en Sistemas de Energía Eléctrica

Conferencia

Dr. Paulo César Tabares Velasco

Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Mecánica
Escuela de Minas de Colorado, EE.UU.

Título:
Descarbonización a escala comunitaria: por qué todavía no he encontrado lo que estoy buscando.

5 de junio a las18:00 en el aula S24 (sótano del edificio Plaza de América).

Sinopsis:
La descarbonización de nuestras sociedades en unos de los retos centrales en el campo energético, pero ¿entendemos efectivamente cuáles son las necesidades reales que existen en nuestras sociedades con respecto a las emisiones de carbono? Para descarbonizar completamente nuestras naciones, vamos a necesitar: 1) esfuerzos a escala comunitaria con un fuerte compromiso de la comunidad y con beneficios claros más allá del ahorro energético, 2) alta participación comunitaria y 3) una nueva generación de jóvenes profesionales de la energía motivados y listos para enfrentar estos retos desde el primer día.

Esta presentación describirá los esfuerzos y proyectos del grupo de investigación AMBER (Advanced Multi-scale Building Energy Research) en la Escuela de Minas de Colorado para llevar a cabo la electrificación a nivel vecindario y los esfuerzos para reclutar, inspirar, y entrenar a jóvenes estudiantes de ingeniería para que descubran y llamen hogar al campo de la energía sostenible.
Finalmente, terminaremos con algunas ideas de para promover la colaboración entre ambas instituciones.

Dr. Tabares Velasco

Biografía:
El Dr. Paulo Cesar Tabares Velasco es Profesor Asociado en el Departamento de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Minas de Colorado donde lidera el Grupo de Investigación Avanzada de Energía de Edificios Multi-escala (AMBER). Sus proyectos abarcan temas desde la transferencia de calor en la envolvente térmica de los edificios y desarrollo de nuevos calentadores de agua, hasta el monitoreo, análisis y optimización de energía a escala comunitaria en comunidades urbanas y rurales. Es presidente del Subcomité de Investigación del Comité Técnico 6.9 en Almacenamiento.

“Almacenamiento en la Optimización de Sistemas de Energía Eléctrica con Elevada Penetración de Energías Renovables”

Resumen:
Esta charla tiene como objetivo describir la caracterización de los dispositivos de almacenamiento en la gestión de los actuales sistemas de energía eléctrica con gran participación de tecnologías de generación basadas en energías renovables. Los recientes avances tecnológicos auguran el desempeño de un rol relevante por parte de estos nuevos componentes para mitigar los problemas causados por la intermitencia y la variabilidad de la generación eléctrica basada en energía eólica y energía solar.

Por lo tanto, el modelado preciso de su funcionamiento, que incluye no convexidades y acoplamientos inter inter-temporales, se antoja crucial desde los puntos de vista de eficiencia técnica y económica. Desafortunadamente, estos aspectos prácticos son habitualmente ignorados o tratados de forma simplificada en la literatura, incluyendo justificaciones teóricas incorrectas que son ampliamente adoptadas por la comunidad científica. En este contexto, la charla discute los inconvenientes resultantes de una caracterización inadecuada de los dispositivos de almacenamiento y describe algunas soluciones en aplicaciones de interés práctico.

Prof. J.M. Arroyo

Bio:
José M. Arroyo obtuvo el título de Ingeniero Industrial por la Universidad de Málaga, Málaga, España, en 1995, y el título de Doctor en planificación de operaciones de sistemas la Universidad de Castilla Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España, en 2000.

Actualmente es Catedrático de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Castilla Castilla-La Mancha, también miembro del grupo PEARL e IEEE Fellow.

Seminarios Docentes Impartidos

- **Dr. Antonio Gómez Expósito.**
  - Conferencia en Dubrovnik:

    "Journal of Modern Power Systems and Clean Energy"

  - Seminario en Tsinghua:

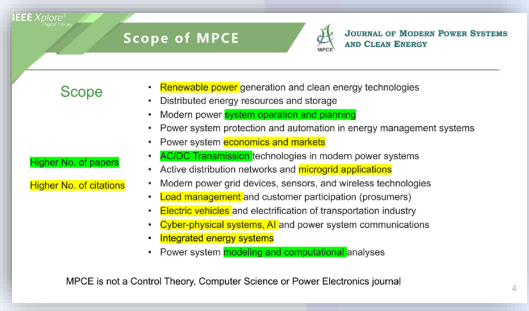
    "Applied Maths and Power Systems: 125 years of symbiosis"

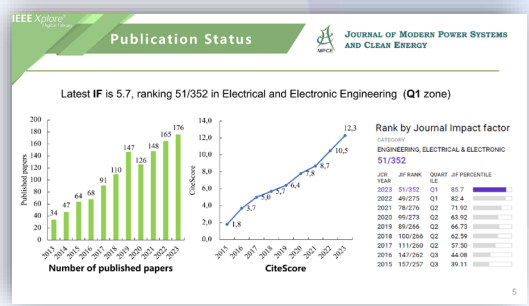
  - Seminario en Chengdu:

    "Can distributed PV become the backbone of power systems?"

El **IEEE PES ISGT Europe 2024** (ISGT Europe 2024) Está organizado por *IEEE Power & Energy Society (PES)* y la *University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing, Croatia*, desde el 14 al 17 de octubre de 2024.

El profesor D. Antonio Gómez Expósito participó como *Vice Editor-in-Chief* del *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy* ofreciendo una presentación sobre el impacto de la revista en el campo de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica a nivel mundial.





清華大学电机工程与应用电子技术系
Department of Electrical Engineering, Tsinghua University

APPLIED MATHS AND POWER SYSTEMS: 125 YEARS OF SYMBIOSIS

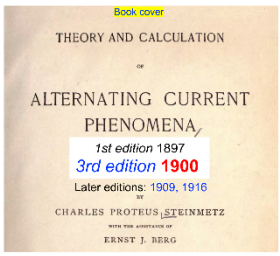
Prof. **Antonio Gómez-Expósito**
IEEE Life Fellow, Endesa Chair Professor

University of Seville, Spain
Distinguished Visiting Professor, Tshingua University
(November 2024)

En el Departamento de Ingeniería Eléctrica de Tsinghua University (Beijing), tuvo lugar la ceremonia de reconocimiento del catedrático de la Universidad de Sevilla y Director de la Cátedra Endesa, Antonio Gómez Expósito, como Profesor Visitante Distinguido de dicha universidad. También fue nombrado Fellow Visitante Distinguido del Energy Internet Research Institute. Posteriormente el profesor D. Gómez Expósito disertó sobre el tema "Applied Maths and Power Systems: 125 years of symbiosis".

Milestone in Power Engineerging (1900)

Book cover



https://archive.org/details/theorycalculation00steirich/page/n7/mode/2up

Seminal paper 1893: "Complex quantities and their use in electrical engineering". Proc. Int. Electrical Conf. AIEE, Chicago.

Heaviside, O., "On operators in physical mathematics". Proc. of the Royal Society, 52, 504–529, *1893*, London.

1911:
Engineering mathematics

Series of lectures at Union College

https://archive.org/details/matheengineering00steirich/page/n5/mode/2up

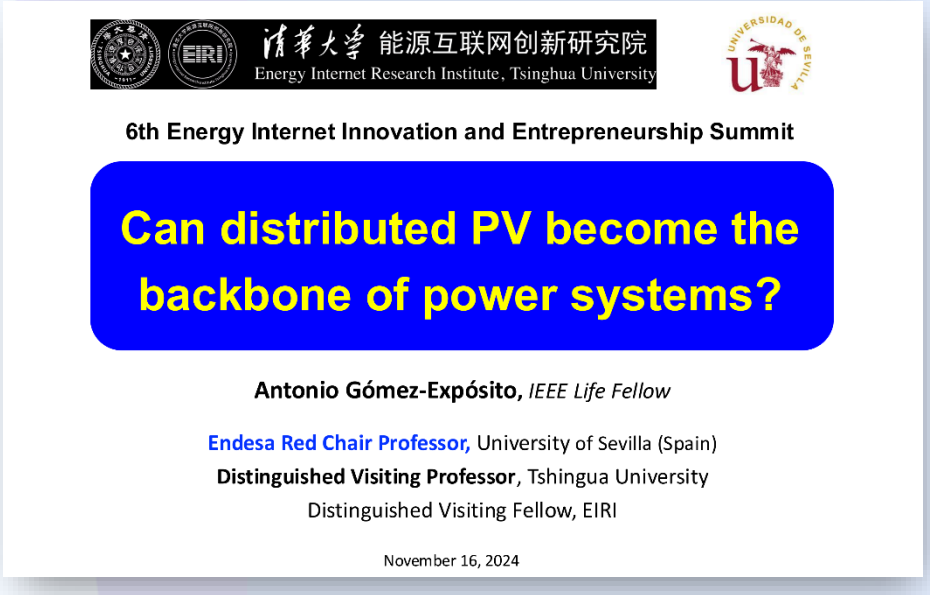
32 chapters: 3-phase systems, eddy currents, distributed parameters, transformers, rotating machines, harmonics,…

Time to/from Frequency domains

Continuity \ Periodicity	Periodic (Infinite time)	Non-periodic (Finite time)
Continuous	Fourier Series (Discrete non-periodic) [1807]	Fourier Transform (Discrete periodic)
Discrete (sampled)	DFT (Continuous non-periodic)	DTFT (Continuous periodic)

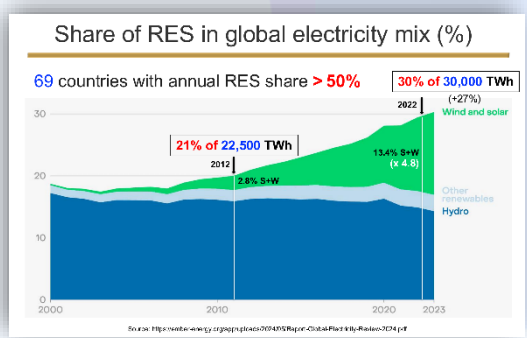
$$X_n(k) = \sum_{i=0}^{N-1} x(n-N+1+i)e^{-j\frac{2\pi ki}{N}} = C_n(k) + S_n(k)j$$

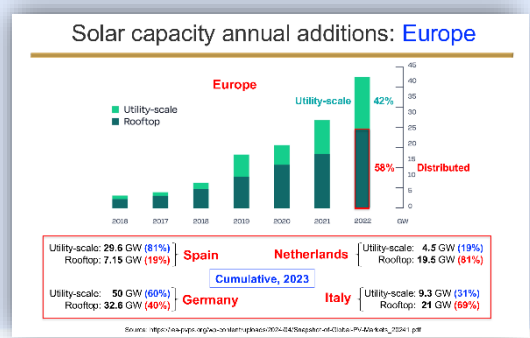
Computational Cost: $O(N^2)$



On November 16, 2024, the 6th Energy Internet International Innovation and Entrepreneurship Summit (EIIES) and the 2024 World Electrical Engineering Technology and Development Forum (WEETDF) were successfully held in Chengdu. This event was guided by Tsinghua University and the China-EU Energy Technology Innovation Cooperation Office.

IEEE Fellow and Chair Professor at the University of Seville's Department of Electrical Engineering, Antonio Gomez-Exposito, delivered a special report titled "Can Distributed PV Become the Backbone of Power Systems?", presenting the latest international research findings on power system analysis and renewable energy integration.





Exposiciones

- Exposición: ‘Tesoros Eléctricos. La Evolución de la Energía en Andalucía’

Exposición: ‘Tesoros Eléctricos. La Evolución de la Energía en Andalucía’

Fundación Endesa ha inaugurado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla, (ETSi), la exposición ‘Tesoros Eléctricos. La Evolución de la Energía en Andalucía’ que cuenta con una muestra formada por piezas históricas cuyo objetivo es poner en valor la evolución tecnológica en el sector eléctrico en los últimos 100 años.

El acto de inauguración, que ha tenido lugar hoy en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla (ETSi), ha contado con la presencia de Andrés Sáenz Pérez, director de la ETSi, Ramón Abella Monserrat, profesor del Departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos de la ETSi, Francisco Rodríguez Rubio, catedrático y antiguo director de la ETSi, Rafael Sánchez Durán, director de Endesa en Andalucía, Extremadura, Ceuta y Melilla, Antonio Pascual Acosta, patrono de Fundación Endesa, y de Marta Tobías Núñez, responsable de proyectos de Fundación Endesa en Andalucía.

Exposición: ‘Tesoros Eléctricos. La Evolución de la Energía en Andalucía’

Esta colección, cedida por el Fondo Histórico de Endesa, gestionado por su fundación, está formada por aparatos, dispositivos y componentes correspondientes a actividades de generación y distribución que ilustran el progreso de la industria eléctrica, los diferentes usos de la electricidad y la evolución de las transferencias tecnológicas a medida que Endesa adquiría los últimos avances.

El espacio expositivo, situado en la primera planta de la ETSi, permite a la comunidad educativa disponer de una colección de un alto valor cultural y didáctico que contribuye a la formación de los futuros profesionales. Un ejemplo concreto de este valor es el Trabajo Fin de Grado de Ingeniería de las Tecnologías Industriales de la estudiante Marta Elena Garrido-Lestache, que ha consistido en la identificación y catalogación de los 183 equipos del Fondo Histórico de Endesa procedentes de las empresas que electrificaron, entre otros, el sur de nuestro país.

Esta clasificación de los elementos se ha llevado a cabo siguiendo criterios aplicación y uso, dado que todos ellos cumplían, cuando funcionaban, diversas funciones tales como protección, medición, alumbrado o, incluso, telefonía.

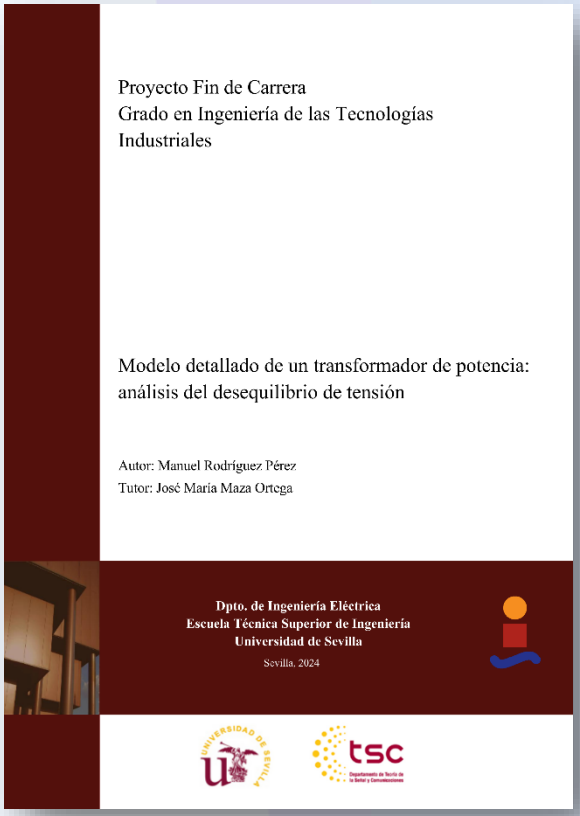
Premio Trabajo Fin de Grado 2023/2024

D. Manuel Rodríguez Pérez

Título: Modelo detallado de un transformador de potencia: análisis del desequilibrio de tensión.

Tutor: Dr. José María Maza Ortega

“Modelo detallado de un transformador de potencia: análisis del desequilibrio de tensión.”


Proyecto Fin de Carrera
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Modelo detallado de un transformador de potencia: análisis del desequilibrio de tensión

Autor: Manuel Rodríguez Pérez
Tutor: José María Maza Ortega

Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

Resumen:

El objetivo de este estudio consiste en analizar un transformador en condiciones desequilibradas de funcionamiento tanto en tensión como en carga.
Para alcanzar este propósito, se comienza presentando un modelo simple pero preciso de un transformador trifásico de dos devanados para condiciones de desequilibrio en estado estacionario. Este modelo es válido para diseños de núcleo de tres columnas, cinco columnas o banco de transformadores. El caso en el que se basa este estudio se centrará en el primero al ser la estructura del transformador ensayado en el laboratorio.
Se han empleado circuitos eléctricos y magnéticos para desarrollar el modelo, el cual quedará completamente definido a partir de cinco valores: las impedancias de primario y secundario, las reluctancias magnéticas del núcleo y del aire o cuba, y la resistencia del hierro.
Seguidamente se expondrán los ensayos del transformador (vacío, cortocircuito y homopolar), explicando cada uno de ellos, mostrando los circuitos y conexiones propios de cada uno y realizando los cálculos necesarios para obtener los datos mencionados a partir de ellos.

Posteriormente se tratará de validar el modelo. Para ello se desarrollará una simulación en Simulink a partir de los circuitos propios del modelo y de los datos característicos del transformador, con la cual se estudiarán los ensayos para comprobar si los resultados obtenidos son los mismos que se habían calculado a partir de los datos aportados por el fabricante. También se realizarán los ensayos en el laboratorio para observar la desviación de los valores teóricos y reales.
Por último, se introducirán tomas al modelo y, tras comprobar su correcto funcionamiento, se someterá a la simulación a condiciones desequilibradas con distintos tipos de cargas (impedancia o potencia constante), tratando de corregir las diferencias entre los niveles de tensión de las fases manipulando individualmente las tomas de cada una de ellas, con el objetivo de analizar si esta corrección es beneficiosa, comprobando si permite minimizar pérdidas respecto a la situación inicial con igual número de espiras en cada una de las fases.

Conclusiones:

A lo largo de este estudio se ha presentado un modelo de un transformador trifásico válido para condiciones desequilibradas, también se han explicado los distintos ensayos del transformador realizando los cálculos propios de cada uno para hallar los valores característicos del equipo del laboratorio. Seguidamente se ha diseñado una simulación con la que se ha conseguido validar el funcionamiento del modelo. Además, se han realizado los ensayos en el laboratorio, lo que ha permitido comparar valores teóricos y reales. En el último apartado se ha explicado el concepto de tomas y como introducirlas en la simulación del modelo y, finalmente, se han llevado a cabo una serie de ensayos equilibrados y desequilibrados que han permitido investigar el efecto que genera la corrección del desequilibrio mediante tomas a las pérdidas del transformador.
Todo este trabajo de análisis, desarrollo e investigación han llevado a sacar las siguientes conclusiones:

- Aunque se ha partido del modelo M1 de los estudios [1] y [2], ha tenido que hacerse algún ajuste ya que para el transformador que iba a ser estudiado es necesario introducir el termino resistivo de las pérdidas en el hierro producidas por las corrientes parásitas de Foucault y las pérdidas por histéresis. Por otro lado, también se ha asumido un comportamiento lineal del núcleo magnético sin tener en cuenta la saturación.
- Los valores teóricos calculados a partir de los datos aportados por el fabricante pueden diferir de los valores reales medidos en el laboratorio los cuales, aunque son similares, presentan desviaciones considerables que pueden deberse a múltiples factores como la temperatura ambiente, las tolerancias de fabricación, el desgaste del transformador, etc.
- Para realizar las simulaciones del modelo se ha utilizado un toolbox llamado 'Devanado' que nos permitía separar lo relativo al circuito eléctrico y al magnético. Para poder asegurar que dicho modelo estaba correctamente construido se ha utilizado otro toolbox convencional con un transformador ya construido que proporciona Simulink, para comparar los resultados obtenidos.
- El trasformador del laboratorio que se ha usado como base para realizar todos los ensayos de las simulaciones no posee unas características propicias para el tipo de estudio que se quería desarrollar. Esto se debe a que, al tener 40 vueltas, la menor toma posible que podía implementarse era del 2.5% (1 vuelta), lo cual se traducía en unos saltos de tensión excesivos para los niveles de desequilibrio generados. Es por ello que se ha tenido que introducir en la simulación unas tomas ficticias de 0.5 vueltas.
- Los ensayos equilibrados han permitido analizar los efectos (positivos y negativos) que tienen las tomas sobre las pérdidas del transformador. Dependiendo del tipo y del nivel de carga estos efectos varían de manera que a veces es beneficioso aumentar las tomas y otras disminuirlas.
- Los resultados obtenidos en los ensayos desequilibrados han mostrado que es posible corregir el desequilibrio de tensiones sin apenas afectar a las pérdidas de potencia activa o incluso disminuyéndolas. También se ha visto que las pérdidas de potencia reactiva sí se ven algo afectadas, aunque al compararlas con el caso equilibrado ideal este fenómeno pierde relevancia. Por último, los resultados obtenidos en estos ensayos han permitido confirmar las conclusiones extraídas previamente en los ensayos equilibrados.

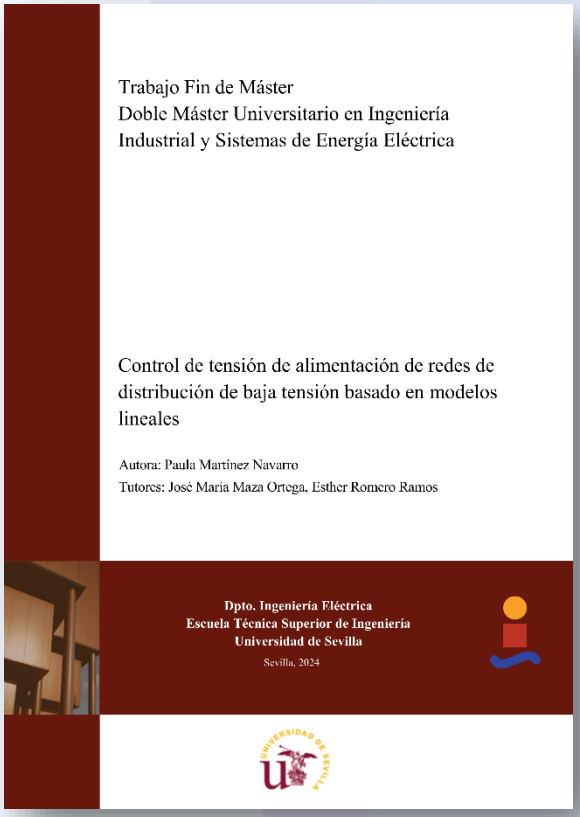
Premio Trabajo Fin de Máster 2023/2024

Dª. Paula Martínez Navarro

Título: "Control de tensión de alimentación de redes de distribución de baja tensión basado en modelos lineales"

Tutores: Dr. José María Maza Ortega
Drª. Esther Romero Ramos

“Control de tensión de alimentación de redes de distribución de baja tensión basado en modelos lineales”


Trabajo Fin de Máster
Doble Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Sistemas de Energía Eléctrica

Control de tensión de alimentación de redes de distribución de baja tensión basado en modelos lineales

Autora: Paula Martínez Navarro
Tutores: José María Maza Ortega, Esther Romero Ramos

Dpto. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

Resumen:

El presente trabajo plantea una propuesta para el control de la tensión de alimentación de las redes de distribución de baja tensión. Esta propuesta abarca el desarrollo de un problema de optimización cuya formulación tiene como núcleo un modelo lineal de las redes bajo estudio. El modelo lineal mencionado queda definido en el Trabajo Fin de Máster de la titulación MII “Modelo Lineal de Redes de Distribución de Baja Tensión respecto a su Tensión de Alimentación”. Tal y como sugiere el título, el modelo da un valor aproximado del nuevo estado de las redes ante cambios en su tensión de alimentación. Dicho TFM ha sido elaborado como primera etapa crucial para la concepción del presente trabajo.

El problema de optimización buscará alcanzar tres objetivos independientes:

- Minimización de los cambios de tensión. Obtención del mínimo cambio en la tensión de alimentación necesario para mantener la red dentro de las condiciones de calidad suministro y los límites de seguridad establecidos.
- Minimización de las pérdidas. Obtención del cambio óptimo en la tensión de alimentación para reducir las pérdidas aguas abajo, manteniendo la red dentro de las condiciones de calidad suministro y los límites de seguridad establecidos.
- Minimización de los desequilibrios en tensión. Obtención de los cambios de tensión independientes por fase para resolver el desequilibrio en tensiones de todos los nudos, manteniendo la red dentro de las condiciones de calidad suministro y los límites de seguridad establecidos.

El resultado calculado, en unidades de tensión, será traducido a la toma óptima del transformador MT/BT que alimenta a la red. Para el control en tiempo real de la tensión será necesaria la existencia de un dispositivo capaz de cambiar la toma en carga. A su vez, dependiendo de su tecnología, podrán aplicarse cambios simultáneos o independientes por fase. El equipo ideal para ejecutar el control propuesto es el Smartap [2], con una innovadora tecnología que permite hacer un control independiente por fase utilizando electrónica de potencia y que minimiza el tiempo para la aplicación de los cambios. No obstante, también es de aplicación para cambiadores de tomas basados en tecnologías electromecánicas.
Con el objetivo de comprobar el correcto funcionamiento del control implementado, se analizarán los resultados obtenidos para las siguientes redes:

- Red radial rural de 6 nudos creada para el proceso de validación.
- Red radial residencial de 18 nudos propuesta en el documento Task Force C06.04.02 de CIGRÉ [3].
- Red radial residencial de 18 nudos con penetración de energías renovables propuesta en [3]. Se generarán 24 escenarios para estudiar la evolución de la generación y el consumo a lo largo de un día completo.

Conclusiones y trabajos futuros:

En la evaluación del desempeño del control de tensión se ha podido verificar su correcta implementación, al igual que se han observado las posibilidades que ofrece para la gestión de las redes de distribución de baja tensión.

Utilizar esta herramienta, unida a cambiadores de toma automáticos, permite enfrentar gran parte de los objetivos comentados en el capítulo “Control de tensión”. No obstante, se precisa de un cambiador de toma con actuación independiente por fase para explotar íntegramente el control diseñado.
El dispositivo Smartap cuenta con esta opción, aportando además otros beneficios como la eliminación de los cambios mecánicos, por lo que no requiere de mantenimiento, y por consiguiente, tiempos de cambio de toma menores a 20 ms, por lo que no incrementa de manera significativa el tiempo de ejecución completa del control.

Por otro lado, durante el desarrollo del trabajo han surgido tareas que quedan pendientes de estudio. En concreto, es fundamental realizar un análisis en el que se incluya la vinculación temporal del control de tensión. Dicho análisis deberá actualizar el control diseñado para que tenga presente el estado previo de la red. Además, se pueden incluir otros objetivos temporales, como por ejemplo, la minimización de los cambios de toma para cambiadores mecánicos, alargando así su vida útil. Aunque no se ha evaluado, cierta parte del tiempo de cálculo del modelo lineal se verá reducida debido a que, para una misma red, la matriz de admitancias no varía.

Asimismo, queda pendiente la modelización fiel de las cargas para explorar cómo afecta a la minimización de las pérdidas, así como la repetición de los casos utilizando como función objetivo a minimizar el propio cálculo de las pérdidas de la red.

Igualmente, se propone estudiar en detalle la casuística en la que la minimización de los desequilibrios incrementa la secuencia inversa, debiendo plantear nuevas función objetivo a estudiar.
Por último, es de especial interés hacer una evaluación del control en la práctica, utilizando un cambiador de tomas real para comprobar que las deducciones derivadas del trabajo son correctas.

En síntesis, el control desarrollado a lo largo de este Trabajo Fin de Máster permitirá a las distribuidoras tener una mejor operación de sus redes, siendo ampliamente de interés, tanto por las retribuciones que reciben al mejorar la calidad del suministro y al reducir las pérdidas, como por el futuro sostenible que requerirá de mejoras en el control de las mismas para volverse factible.

Acto de entrega de los mejores Trabajos de Fin de Estudios del curso 2023/2024

LA CÁTEDRA ENDESA OTORGA LOS PREMIOS A LOS MEJORES TRABAJOS FIN DE GRADO Y FIN DE MÁSTER DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE SEVILLA

Sevilla, 20 de marzo de 2025.

Se ha celebrado el **Acto Entrega de Premios y Reconocimientos 2023-24 ETSi 2025**, en ellos la ingeniera Dª. Paula Martínez Navarro y el ingeniero D. Manuel Rodríguez Pérez de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla (ETSI), han sido galardonados con el premio Cátedra Endesa que reconoce anualmente la labor de investigación de los estudiantes universitarios de grado superior.

La creación del Premio anual de la Cátedra Endesa tuvo lugar en 2004 tras los acuerdos alcanzados entre la Compañía y la Universidad de Sevilla para otorgar el galardón, establecer un marco de colaboración científico-técnica y poner en valor el talento joven.

De izquierda a derecha: D. Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía y Extremadura; D. Manuel Rodríguez Pérez, ganador del premio al mejor Trabajo de Fin de Grado; Dª. Paula Martínez Navarro, ganadora al mejor Trabajo de Fin de Máster; D. Mario Fernández Jiménez, Head of Strategy & Business Improvement / e-Distribución y D. Antonio Gómez Expósito, director de la Cátedra ENDESA.

Proyectos y Estudios Financiados por la CÁTEDRA ENDESA

- Evaluación del objetivo de descarbonización de la isla de la cartuja.
- Conexión de grupos electrógenos en red MT.
- Evaluación técnico-económica de la operación de redes de BT de Endesa con alta penetración de PV.

Proyecto:
"Evaluación del objetivo de descarbonización de la isla de la cartuja. Avances 2024."

El estudio tiene por objeto el desarrollo de una metodología que permita el seguimiento del objetivo de la eCity Sevilla de "Descarbonizada: 100% Renovable, movilidad sostenible, eficiencia energética y libre de contaminación".

Durante el ejercicio 2023 se desarrollaron los siguientes puntos:

1. Revisión de la literatura y búsqueda de experiencias internacionales. así como de las posibles métricas de huella de carbono.
2. Definición del perímetro de la actuación,
3. Caracterización energética de 41 de los 112 edificios, comparándolos y extrapolando para el resto.
4. Propuesta de tres modelos para la estimación de las emisiones indirectas, a partir del consumo eléctrico de MT y BT.
5. Realización de propuesta de encuesta para caracterizar el comportamiento y desplazamiento de los empleados y usuarios de las empresas identificadas.

A lo largo del año 2024, los principales avances fueron:

a. Selección del modelo de estimación de las emisiones indirectas (segunda alternativa). Se obtienen las emisiones del Alcance 2 asumiendo de emisiones nulas a las que disponen de garantía de origen, y estimando el resto a emisiones medias del sistema.
b. Estimación de las emisiones del Alcance 2 para el año 2022. A partir de los datos proporcionados por Endesa. (8.511 t CO2 eq)
c. Propuesta de modelo de estimación de las emisiones directas (Alcance 1)
d. Estimación de las emisiones del Alcance 1 para el año 2023, a partir de los datos de consumo de gas proporcionados por Agencia Andaluza de la Energía.
e. Definición del índice de emisiones de cartuja como la suma de los Alcances 1 y 2, de acuerdo con los previsto en la norma UNE-ISO-14064.
f. Análisis de los resultados de las encuestas de movilidad realizados, y posibles modelos de estimación de Alcance 3.

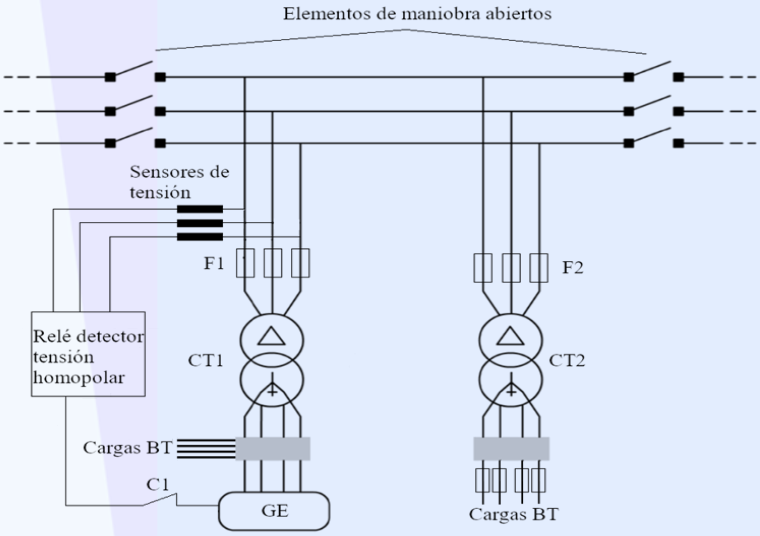
Para finalizar el trabajo, faltaría obtener los datos de consumo de gas para el año 2024, y de electricidad para 2023 y 24, con lo que se construiría los índices de los dos años anteriores, quedando establecida la metodología de seguimiento. Tanto Endesa como la Agencia Andaluza de la Energía se comprometieron a suministrarlos el próximo mes de febrero.

Una vez construido el índice de emisiones de los dos últimos años, el trabajo quedaría finalizado. Como posible extensión del trabajo, y a la vista de los resultados de la encuesta de movilidad, y la información ´publica disponible, se propone realizar una estimación de las emisiones derivadas del desplazamiento de los usuarios de la eCity.

Dr. Ángel Arcos Vargas

El estudio consistió en analizar el comportamiento ante fallos de un caso particular de alimentación desde un grupo electrógeno (GE), que no solo alimenta las cargas en BT conectadas al mismo cuadro en baja tensión del mismo centro de transformación que el GE (CT1 en la figura), sino también las cargas BT conectadas a centros de transformación próximos (CT2 en la figura) que se alimentan también del GE a través de la línea MT que funciona en isla (elementos de maniobra abiertos).

Se estudió en particular el comportamiento ante fallos cercanos y lejanos en la línea MT, para lo cual se dispone de un relé detector de tensión homopolar (ver figura) que actúa en caso de cortocircuito que provoca una tensión homopolar suficientemente grande. En caso de cortocircuito bifásico o trifásico actuaría el relé de sobreintensidad situado en el propio GE. Se estudiaron dos casos: línea aérea y subterránea. Para cada caso, cada tipo de fallo y cada tensión nominal de la red (desde 6 kV hasta 25 kV) se obtuvo la longitud crítica de la línea MT a partir de la cual la protección no actúa, teniendo en cuenta una gama de potencias de GE (desde 60 hasta 1250 kVA).



Otro aspecto que se estudió fue la longitud que debe tener la línea MT para que la caída de tensión al final de la misma sea igual o inferior al 7 %. En la mayoría de los casos el criterio de cortocircuito fue más restrictivo que el de caída de tensión.

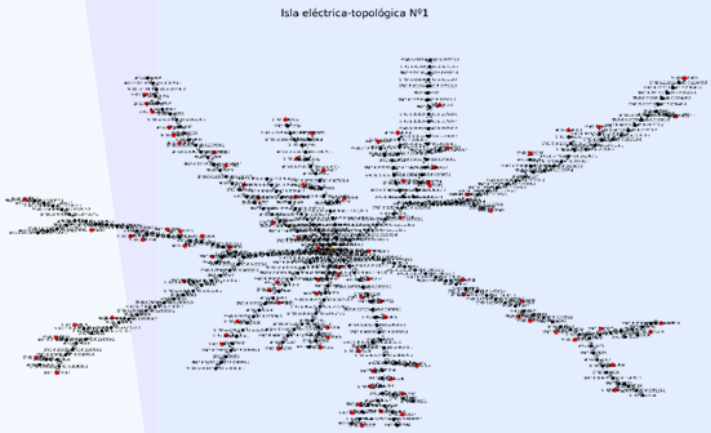
El último análisis abordó la problemática de estudio de cortocircuito en líneas MT aéreas en las que existe un tramo inicial subterráneo.

José Antonio Rosendo Macías, Pedro L. Cruz Romero

Proyecto:
"Evaluación técnico-económica de la operación de redes de BT de Endesa con alta penetración de PV"

El número de instalaciones fotovoltaicas sobre tejado, tanto en zonas residenciales como industriales y de servicios, está aumentando a un ritmo vertiginoso en los últimos años, sobre todo en Andalucía. Existen ya barriadas en la zona metropolitana de Sevilla donde más del 50% de viviendas están dotadas de instalaciones para autoconsumo, cifras que hasta ahora sólo se daban en Australia, California o Hawai. Con toda seguridad, los transformadores que alimentan dichas zonas residenciales devuelven energía a la red MT en las horas centrales del día, donde la producción FV es máxima y el consumo moderado. A ello hay que añadir el riesgo de otros posibles efectos perniciosos ocasionados por el elevado factor de simultaneidad de la FV, tales como mayores desequilibrios, sobretensiones o exceso de pérdidas, que podrían obligar a replantearse tanto la configuración inicial de los alimentadores BT como el sistema de protecciones, diseñados originariamente cuando no existía generación distribuida.

A todo esto, se suma la apuesta de Endesa por una mayor digitalización de sus centros de transformación (CTs) a través de lo que se conoce como "Supervisión Avanzada de la BT", de forma que son ya numerosos los CTs donde no solo se monitoriza la señal eléctrica en el lado de BT del transformador, sino también todos los circuitos de salida hacia los clientes finales. Esta nueva información está permitiendo realizar análisis cuantitativos y cualitativos a nivel agregado (grupo de clientes alimentados por la misma salida), pero habría que dar un paso más allá para lograr un nivel de desagregación completa, hasta llegar al último eslabón de la cadena, esto es, el consumidor/generador conectado a la red BT. La nueva información recogida a nivel del CT, junto a la recopilada por los Smart Meters (SMs) constituyen un punto ideal para abordar un análisis realista y exhaustivo del estado actual de la red completa BT, posibilitando además la realización de estudios prospectivos sobre las capacidades reales de todo el sistema para absorber niveles cada vez mayores de recursos distribuidos.

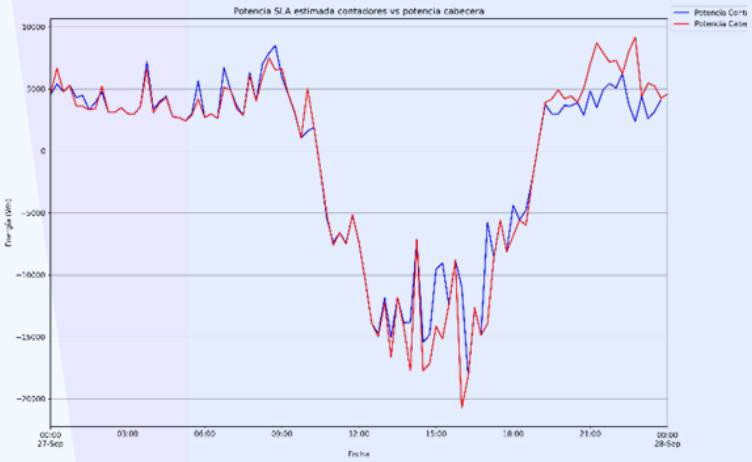


Drª. Esther Romero Ramos

Proyecto:
"Evaluación técnico-económica de la operación de redes de BT de Endesa con alta penetración de PV"

Objetivos:

Se trata de analizar y evaluar cuantitativamente la evolución temporal de las principales magnitudes eléctricas, así como el desempeño y rendimiento de una red BT de Endesa de naturaleza residencial, con una alta penetración de generación fotovoltaica. Este análisis se desea hacer a nivel de cualquier nudo de la red BT y de cualquier tramo de línea de esta.



Se realizará el análisis, entre otros, de las siguientes magnitudes de interés:

- Estimación de pérdidas técnicas y no técnicas.
- Análisis de tensiones (fase-tierra y fase-neutro) en cada punto de la red y no sólo en cabecera de CT: niveles de caída de tensión máximas y mínimas, sobretensiones/subtensiones, desequilibrios, rango de variación diaria, etc.
- Análisis de intensidades: niveles de carga de los activos de red, desequilibrios, flujos inversos, intensidades por el neutro, etc.
- Capacidad máxima de penetración FV a nivel de cada nudo
- Capacidad máxima de EV a nivel de cada nudo

Con este encargo, durante 2024 se ha estudiado una de las redes suministradas por Endesa de la zona del Aljarafe de Sevilla. Utilizando los datos suministrados por Endesa: base de datos de topología de parámetros de red, medidas registradas durante 4 meses tanto por la supervisión avanzada en el CT como la lectura de los SMs de los clientes conectados a la misma, se ha obtenido el modelo eléctrico de la red trifásica a cuatro hilos, se ha resuelto la vinculación de cada cliente a fase y se ha estudiado analítica y cualitativamente la evolución de las magnitudes eléctricas más críticas: niveles de tensión, flujos en las ramas, pérdidas, desequilibrios, etc. Adicionalmente se ha calculado la capacidad máxima de penetración de PV que garantizaría que se siguen cumpliendo los niveles de seguridad y calidad mínimos que impone Endesa.

Drª. Esther Romero Ramos

Otros Proyectos y Estudios

- "SUNRISE:"
- "COCOON"
- Power Plant Controllers
- Estudio de Impacto en la Producción Energética de Parques Eólicos ante Requerimientos de Parada por Actividad de Quirópteros.

Proyecto:
“SUNRISE: Setting Up Green Energy Research in Serbia”

Presupuesto total: 1.406.746,25 euros.

Presupuesto de Universidad de Sevilla 289.375,00 euros.

SUNRISE pretende aumentar la excelencia científica y la capacidad investigadora y administrativa de la Universidad de Belgrado mediante la transferencia de conocimientos y el intercambio de mejores prácticas con instituciones de investigación bien establecidas de los Países Bajos (TU Delft) y España (Universidad de Sevilla y Universidad del País Vasco). Los principales objetivos del proyecto son:

(i) avanzar en la capacidad de excelencia de la Universidad de Belgrado en la transición energética hacia la descarbonización;

(ii) aumentar la reputación y el perfil investigador de la Universidad de Belgrado, así como de su personal;

(iii) mejorar la gestión de la investigación y las habilidades administrativas del personal de la Universidad de Belgrado.

Web del proyecto: https://sunrise-project.etf.bg.ac.rs/

Summer School en School of Electrical Engineering (Belgrado), septiembre 2024

Proyecto:
“COCOON: Cooperative Cyberprotection for Modern Power Grids”

Presupuesto total: 5.909.103,13 €.

Presupuesto Universidad de Sevilla: 671.000,00 €.

El objetivo de COCOON es ofrecer una solución práctica de sistemas ciberfísicos para Sistemas Eléctricos de Potencia convergentes tendiendo un puente entre la investigación y la innovación en sistemas seguros en red y la ingeniería de sistemas eléctricos. A través de un enfoque interdisciplinar, COCOON abordará los requisitos de ACER NCCS de la Unión Europea y el marco SGAM. Los resultados beneficiarán a:

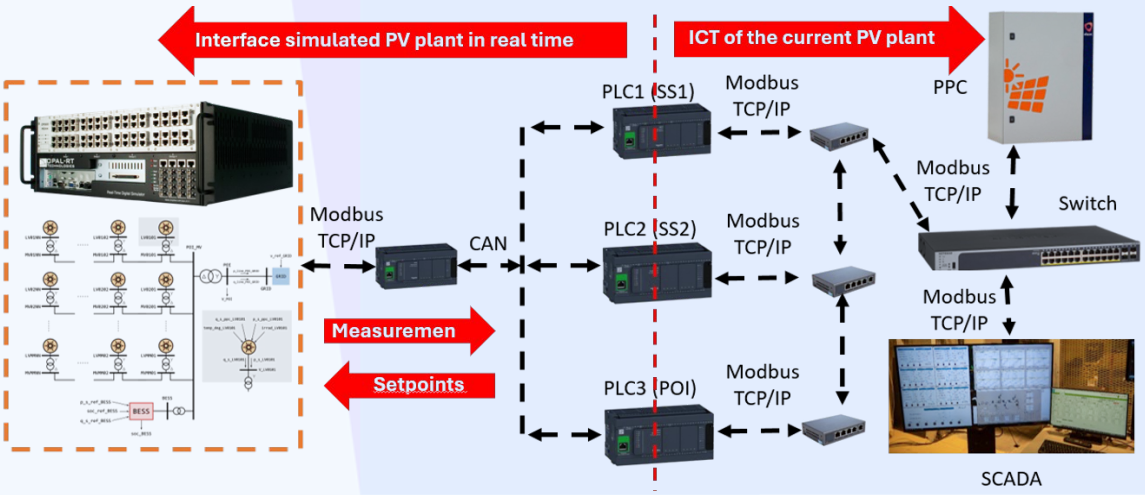
i. Comunidades energéticas que interactúan con un DSO.

ii. Centros de Seguridad Regionales de la UE (RSC) que interactúan con múltiples TSOs.

iii. Subestaciones DSO.

iv. Agregadores DRES que interactúan con un DSO.

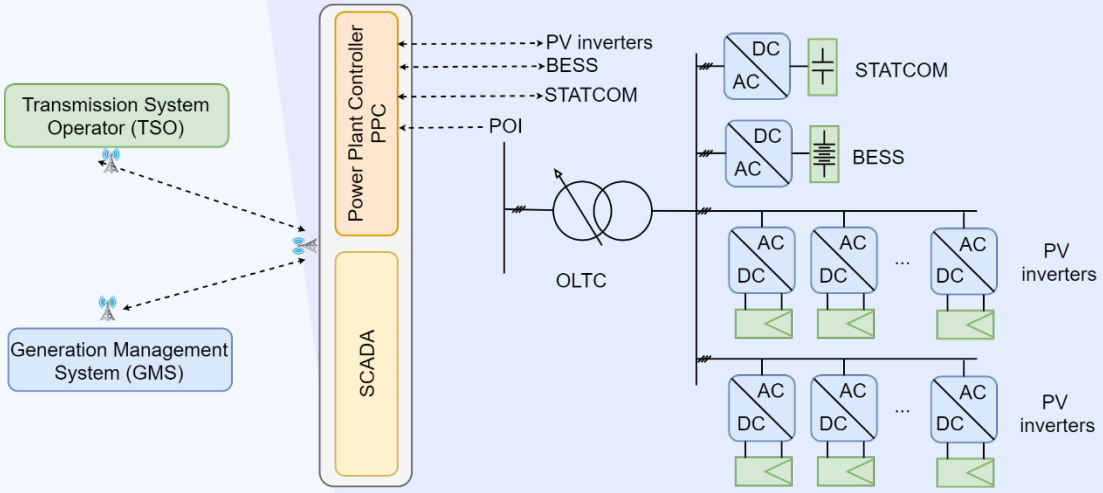
web: https://www.cyber-cocoon.eu/



Desarrollo de estrategias de control avanzadas para controladores de plantas de energía renovable: En este proyecto, financiado a través de un contrato 68/83 con la empresa Ingelectus, se aborda el desarrollo de estrategias de control para controladores de plantas renovables (Power Plant Controllers - PPCs).

El proyecto tiene como objetivo desarrollar estrategias de control para plantas híbridas en las que se integre más de una tecnología de generación, por ejemplo, eólica y fotovoltaica, para proporcionar, de manera coordinada y estableciendo las prioridades impuestas por el operador de planta, los requisitos técnicos impuestos en el punto de conexión. Para ello, el proyecto tiene en cuenta las nuevas tecnologías de convertidores formadores de red “*grid-forming converters*” incorporando modelos de esta tecnología en los desarrollos realizados.

Por último, y con el objetivo de proporcionar una solución con un TRL elevado, el proyecto desarrolla una plataforma de simulación en tiempo real de parques renovables híbridos que pueda ser integrada en pruebas Hardware in the Loop (HIL) de los PPCs desarrollados.



web: https://ingelectus.com/

Este trabajo ha tenido como objetivo cuantificar el impacto económico que tienen los requerimientos de parada (*curtailment*) en parques eólicos. Las pérdidas económicas derivadas del *curtailment* varían considerablemente según la velocidad mínima de inicio de generación (*cut-in*) y las condiciones específicas del emplazamiento. En general, los parques situados en zonas con viento alto sufren pérdidas económicas menores, mientras que aquellos ubicados en zonas con viento medio o bajo experimentan un impacto apreciablemente mayor en su producción energética.
Tal como se muestra en la Tabla 1, el estudio permite extraer como conclusiones que en emplazamientos con viento alto (Clase I), las pérdidas en un escenario de parada total son relativamente bajas, situándose entre un 0.43% y 0.51% cuando la velocidad de inicio de generación es de 6 m/s. Sin embargo, para emplazamientos con viento medio (Clase II), las pérdidas aumentan, oscilando entre un 0.84% y 1.02%, y en emplazamientos con viento bajo (Clase III), las pérdidas se elevan aún más, alcanzando entre un 1.37% y 1.80%.

Modelo de aerogenerador	Clase de viento IEC			
	I	II	III	IV
	Viento alto v_m=10 m/s	Viento medio v_m=8.5m/s	Viento Bajo v_m=7.5 m/s	Viento muy bajo v_m=6 m/s
Nordex N80/2500 (Clase I)	0.43 - 0.51	0.69 - 0.77	0.88 - 1.23	1.43 - 2.84
Enercon E-126 7580 (Clase I)	0.48 - 0.57	0.78 - 0.87	1.02 - 1.39	1.7 - 3.23
Enercon E-82 3000 (Clase II)	-	0.84 - 0.92	1.09 - 1.46	1.8 - 3.31
Enercon E-101 3050 (Clase II)	-	1.00 - 1.02	1.27 - 1.55	1.99 - 3.37
Gamesa G128/4500 (Clase III)	-	-	1.37 - 1.65	2.12 - 3.52
Vestas V126/3300 (Clase III)	-	-	1.57 - 1.80	2.33 - 3.65

Tabla1. Porcentajes de minoración de ingresos anuales debido a requerimientos de parada, y una velocidad de inicio de generación de 6m/s. Escenario de parada total (8 horas durante las noches de verano).

El estudio también demuestra que los efectos del *curtailment* son más pronunciados cuando se incrementa la velocidad de inicio de generación. Además, el análisis refleja que las pérdidas económicas son considerablemente menores en escenarios de parada parcial, en comparación con las paradas totales durante toda la noche.

Dr. Javier Serrano González

Publicaciones

Libro:

"*Smart Grid Protection and Control*", Y. Xue, Y. Zheng, A. Gomez-Exposito (editors), Printed edition of the Proceedings of the 8th Purple Mountain Forum, Lecture Notes in Electrical Engineering 1129, Springer, 504 pp, ISBN 978-981-99-9250-8, 2024.

Informes Técnicos:

"*State Estimation for Integrated Energy Systems: Motivations, Advances, and Challenges*" (PES-TR118), prepared by the IEEE PES Energy Internet Coordinating Committee, Task Force on State Estimation for Integrated Energy Systems. IEEE/PES 2023.
[Este informe recibió en 2024 el IEEE/PES Technical Committee Working Group Recognition Award for Outstanding Technical Report]

Ponencias:

"*Almacenamiento de energía: la revolución en ciernes*", en la I Jornada sobre Sostenibilidad Energética y Medioambiental (Engreen), Sevilla, Abril 2024.

"*Droop-Control-Aided State Estimation in Active Distribution Systems"*, Dimoulias, Stelios C.; Kryonidis, Georgios C.; Malamaki, Kyriaki Nefeli D.; Kontis, Eleftherios O.; Fotellis, Fotios P.; Milioudis, Apostolos N.; Romero-Ramos, Esther, 2024, 3rd International Conference on Energy Transition in the Mediterranean Area, SyNERGY MED 2024.

Publicaciones en revistas:

"*Estimation of the equivalent model of a PV array using unscented Kalman Filters"*, M.A.G. Cagigal, J. A. Rosendo, A. Gomez-Exposito, Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, vol. 12, no. 3, pp. 819-827, May 2024.

"*Integrated Simulation of Electromechanical and Thermal Dynamics of Voltage Source Converters"*, J.M. Mauricio, J.C. Olives-Camps, J.M. Maza-Ortega, A. Gomez-Exposito, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Volume 155, Part B, 2024, 109672.

"*A Survey of Power System State Estimation Using Multiple Data Sources: PMUs, SCADA, AMI, and Beyond"*, G. Cheng, Y. Lin, A. Abur, A. Gomez-Exposito, W.Wu, IEEE Trans. on Smart Grids, vol. 15, no. 1, pp. 1129-1151, Jan. 2024.

"*Power to the People*", A. Gomez-Exposito, Revista Ingenio, 2024.

"*Digitalización y Electrificación"*, A. Arcos, A. Gomez-Exposito (editores invitados), número monográfico de Economía Industrial, vol. 431, 2024.

"A neural network-based classifier for identifying and locating neutral wire breaks in low voltage distribution networks", Rubén Carmona-Pardo, Álvaro Rodríguez del Nozal, Esther Romero-Ramos, Electric Power Systems Research, Volume 234, 2024, 110707

"An evolutionary computational approach for the identification of distribution networks models", Engineering Applications of Artificial Intelligence", Álvaro Rodríguez del Nozal, Rubén Carmona-Pardo, Juan M. Mauricio, Esther Romero-Ramos, Engineering Applications of Artificial Intelligence Volume 137, Part B, 2024, 109184.

"Sistemas avanzados de gestión de la distribución (ADMS)", Esther Romero Ramos; Rubén Carmona Pardo; Daniel Morales Wagner; Susana Carillo Aparicio; Francisco Javier Leiva Rojo, Economía Industrial, 2024, Numero 431, paginas 131-144

En los Medios

	En los medios	Enlace
1.	Norvento Enerxía: Entrevista a Antonio Gómez Expósito sobre los retos energéticos que presentan un futuro NetZero.	https://www.norvento.com/blog/smart-grids/
2.	La Tsinghua University nombra Profesor Visitante Distinguido al catedrático Antonio Gómez Expósito	https://etsi.us.es/noticias/actualidad-profesorado/la-tsinghua-university-nombra-profesor-visitante-distinguido-al-catedratico-antonio-gomez-exposito
3.	Curso sobre 'Flexibilidad en sistemas eléctricos descarbonizados' en la UIMP	https://www.europapress.es/andalucia/noticia-expertos-internacionales-analizan-sevilla-redes-electricas-afrontan-transicion-energetica-20241023143501.html

Smart Grids

Entrevista a Antonio Gómez-Expósito

Una entrevista a expertos sobre los retos energéticos que la humanidad afronta en su camino hacia un futuro NetZero. El transporte y la distribución eléctrica necesita mejorar su infraestructura y adaptarse a la implantación renovable que ya tenemos, y a la que viene. El concepto de Smart grids o redes inteligentes es necesario para planificar nuestra red futura.

En abril, nuestro responsable de Electrónica de Potencia, Adolfo Ausín, ingeniero industrial con máster en Sistemas Electrónicos, entrevistará a Antonio Gómez-Expósito. Antonio es catedrático de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de la Universidad de Sevilla. Es miembro de la Sociedad de Potencia y Energía (PES) y en su dilatada experiencia ha recibido diversos premios como el galardón 'Outstanding Power Engineering Educator Award', la insignia de Oro de la Asociación Española para el Desarrollo de la Ingeniería Eléctrica o el Premio de Investigación y Transferencia de Tecnología de Junta de Andalucía.

https://www.norvento.com/blog/smart-grids/

La Tsinghua University nombra Profesor Visitante Distinguido al catedrático Antonio Gómez Expósito

El pasado 12 de noviembre, en la sede del Departamento de Ingeniería Eléctrica de Tsinghua University (Beijing), tuvo lugar la ceremonia de reconocimiento del catedrático de la Universidad de Sevilla y Director de la Cátedra Endesa, Antonio Gómez Expósito, como Profesor Visitante Distinguido de dicha universidad. En el mismo acto, fue nombrado también Fellow Visitante Distinguido del Energy Internet Research Institute. Tras la presentación por parte del profesor Kai Sun de su trayectoria profesional y académica, el profesor Gómez Expósito pronunció unas palabras de agradecimiento y disertó sobre el tema "Applied Maths and Power Systems: 125 years of symbiosis". Posteriormente, el profesor Chongqing Kang, director del departamento, le hizo entrega de los certificados que acreditan ambos nombramientos.

La universidad Tsinghua, considerada como la más prestigiosa de China, ocupa el duodécimo lugar en el Times Higher Education World University Ranking 2025 y es la primera de Asia en el ranquin de Shanghai.

Estos nombramientos reconocen, entre otros trabajos, la dilatada colaboración del profesor Gómez Expósito con distintas instituciones e investigadores chinos, incluyendo su labor como Vice Editor Jefe de la revista "Modern Power Systems and Clean Energy" y la edición de varias monografías junto al profesor Yusheng Xue, de la Academia China de Ingeniería.

https://etsi.us.es/noticias/actualidad-profesorado/la-tsinghua-university-nombra-profesor-visitante-distinguido-al-catedratico-antonio-gomez-exposito

Expertos internacionales analizan en Sevilla cómo las redes eléctricas afrontan la transición energética

SEVILLA 23 Oct. (EUROPA PRESS) -

Expertos internacionales analizan en Sevilla, desde este miércoles y hasta este jueves, en un seminario sobre 'Flexibilidad en sistemas eléctricos descarbonizados', cómo las redes eléctricas afrontan la transición energética.

En el marco de las Actividades Académicas de Otoño la Escuela de Energía **UIMP-Cátedra Endesa**, el objetivo de este curso es dar respuestas a cómo se tiene que adaptar el sistema eléctrico a las transformaciones energéticas que está viviendo, desde la descarbonización con el cierre de todas las centrales térmicas de la Península Ibérica, a la introducción de renovables a los sistemas eléctricos, al cambio en los hábitos de consumo energético. Todas estas variables someten al sistema eléctrico a una volatilidad que tiene que afrontar cómo uno de los mayores desafíos para acometer la transición energética.

Para abordar estos retos este curso dirigido a profesionales de ingeniería, economía y medio ambiente revisará el papel del almacenamiento energético, la gestión de la demanda, la contribución de la generación convencional y renovable, así como la utilización de dispositivos de electrónica de potencia como herramientas que pueden aportar flexibilidad en el sistema eléctrico.