

Cátedra Endesa Red

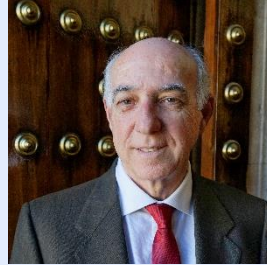
Memoria anual 2022

| | |
|--|----|
| <u>Organización de la Catedra</u> | 5 |
| <u>Cursos</u> | 9 |
| <u>Jornadas</u> | 29 |
| <u>Seminarios Docentes Recibidos</u> | 33 |
| <u>Seminarios Docentes Impartidos</u> | 45 |
| <u>Exposición</u> | 53 |
| <u>Premio Trabajo Fin de Grado</u> | 57 |
| <u>Premio Trabajo Fin de Master</u> | 61 |
| <u>Tesis Doctorales</u> | 65 |
| <u>Proyectos y Transferencia Tecnológica</u> | 71 |
| <u>Publicaciones y en los medios</u> | 79 |

Organización



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



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



D^a. Esther Romero Ramos
Directora del Departamento
de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Sevilla



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



D^a. Esther Clemente Cejudo
Directora HSEQ Endesa Red

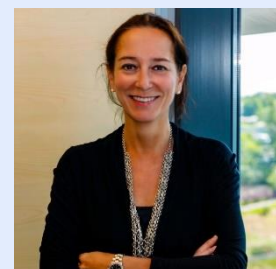


D. Emilio Jiménez Criado
Head of Operational Regional
Area Andalucía y Extremadura,
e-Distribución, Endesa



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

DIRECTOR



D^a. Alicia Sánchez Sanz
Responsable HSEQ-Medio
Ambiente Endesa Red

DIRECTORA ADJUNTA

Cursos

- ❑ Cursos de Otoño 2022 de la UIMP
- ❑ Curso de Simulación de la Dinámica de SP usando PowerFactory
- ❑ Curso Online de Introducción al PSS/E para Sistemas Eléctricos de potencia
- ❑ Curso Virtual: Fundamentos de Micro-Generación Eólica y su Integración a la Red

Cursos de Otoño 2022 de la UIMP:

“Electrificación del Sector Energético:
Tecnologías, Retos y Oportunidades”

5 y 6 octubre de 2022



Los días 5 y 6 de octubre de 2022 se celebró en Sevilla el curso titulado “Electrificación del Sector Energético: Tecnologías, Retos y Oportunidades”, que se enmarcó dentro de los Cursos de Otoño de 2022 organizados por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP).

Patrocinada por la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla y por ENDESA, la Escuela de Energía estuvo dirigida por D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla.



D. Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía y Extremadura, **D^a. Nieves López Santana**, Directora de la sede de Sevilla de la UIMP, **D. Antonio Gómez Expósito**, Director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla y **D^a. Alicia Sánchez Sanz**, responsable de Medio Ambiente de Distribución en Endesa.

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

La transición energética en la que estamos inmersos pretende, principal pero no exclusivamente, descarbonizar la economía, lo cual pasa por la práctica eliminación del uso de combustibles fósiles hacia 2050, que deberán ser sustituidos por fuentes energéticas renovables y sostenibles. Exceptuando la geotermia, la termosolar y sobre todo la biomasa, el resto de las tecnologías renovables actuales (hidráulica, eólica y fotovoltaica) producen directamente electricidad, único vector energético capaz de transportar instantáneamente grandes cantidades de energía a miles de kilómetros de distancia. Además, la distribución y el transporte de electricidad es extraordinariamente eficiente, con unas pérdidas totales del orden del 10%. Si a ello sumamos el coste energético que supone la transformación de la electricidad hacia y desde otros vectores (calor, frío, hidrógeno, aire comprimido, etc.) se entiende perfectamente que la palabra descarbonización se considere, en gran medida, sinónimo de electrificación. En efecto, en el plazo de dos o tres décadas tendremos que pasar de un sistema energético donde la electricidad supone escasamente el 25% de la energía final consumida, a otro sistema radicalmente diferente, en el que alrededor del 80-90% de la energía tendrá que obtenerse de fuentes renovables, que en su gran mayoría producen directamente electricidad. Ello no significa que todo el consumo acabe siendo eléctrico, puesto que determinados nichos de aplicaciones, como el transporte pesado o de larga distancia, y algunos procesos industriales, son difícilmente electrificables, pero el combustible empleado en estos casos, como el hidrógeno u otros gases sintéticos, deberá obtenerse fundamentalmente de electricidad renovable.

Este curso tuvo como objetivo revisar cómo y hasta qué punto se electrificará el consumo energético, qué barreras habrá que demoler y qué nuevas oportunidades de negocio surgirán. En definitiva, cómo consumiremos energía hacia 2050. Para ello, se revisará en primer lugar el contexto actual del sector energético, con especial incidencia en el potencial renovable y el papel del almacenamiento.

A continuación, se pasará revista a cada uno de los sectores que actualmente queman combustibles fósiles (primario, industrial, terciario, residencial, transporte, etc.), tratando de identificar su potencial para la electrificación. Así mismo, se analizará el impacto de los futuros sistemas electrificados en las redes de transporte y distribución.

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

PONENCIA:

D. Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía y Extremadura, presentó su ponencia titulada “Transición energética en el contexto actual: electrificación para la descarbonización y la seguridad del suministro.”



La transición energética en el contexto actual: electrificación para la descarbonización y la seguridad del suministro

06/02/2023 Rafael Sánchez Durán

World Ecological Footprint

Indicador biofísico de sostenibilidad que mide el área productiva total necesaria por habitante.

Hoy se necesitarían 1,7 planetas para proporcionar los recursos a 7.000 millones de habitantes. En 30 años, se necesitarían 3 planetas para proporcionar los recursos a 9.600 millones de habitantes (+23%) y el estilo de vida actual.

- +50% energía
- +4°C temp.
- +2,5m mar
- 1.000mill emigrantes

¡Lo superamos a partir de agosto!

04/10/2022 Fuente: Global Footprint Network, ecological footprint by https://www.footprintnetwork.org/

Los precios de las commodities se dispararon

Se mantienen en senda creciente desde 2020, con presiones inflacionarias mundiales. El crecimiento de los países cambia según sean exportadores o importadores de energía.

04/10/2022 Fuente: Commodity Markets Outlook on 2023 World Bank https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets

Cambio de elasticidad en la electrificación de la demanda

04/10/2022 Fuente:

Renovables para la descarbonización

04/10/2022 Fuente: Valade

Recurso renovable por zonas

04/10/2022 Fuente:

¿La nuclear es alternativa?

Francia va a invertir 1.600 mil € en 1+D de pequeños reactores nucleares (SMR), además se dispone a construir 6 nuevos reactores medianos EPR (Reactor Europeo Presurizado).

- 442 Reactores operativos en 33 países, con una capacidad de 392,6 GW (e) poseen el 10% de la electricidad mundial.
- 139 reactores autorizados a operar más allá de 40 años. En Estados Unidos, 6 unidades han recibido autorización para operar durante 80 años. En total, representan más del 30% de los reactores existentes.
- 58 unidades en construcción en 20 países. (13 en China, 7 en la UE y 2 en EEUU).

04/10/2022 Fuente:

PONENCIA:

D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla, presentó su ponencia titulada “Renovables y el almacenamiento: pilares del sistemas eléctrico descarbonizado.”



90 años
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA PELAYO

**ESCUELA DE ENERGÍA
UIMP-ENDESA**

5-6 de octubre de 2022

Renovables y almacenamiento: pilares del sistema eléctrico descarbonizado

Antonio Gómez Expósito, *IEEE Fellow*
Dpto. de Ingeniería Eléctrica – Cátedra Endesa R&D

Technologies for “Energy transition”

Energy transition ⇔ Decarbonization, Sustainability

Mature & affordable:

1. **Massive renewable penetration: storage**
2. **Electrification of most energy uses**
 - Electric transportation: batteries
 - Cooling & heating: heat pumps
 - Industrial processes ?
3. **Energy efficiency (lighting, smart appliances)**

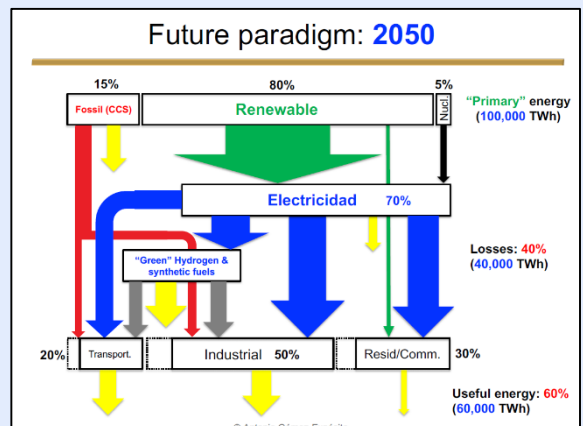
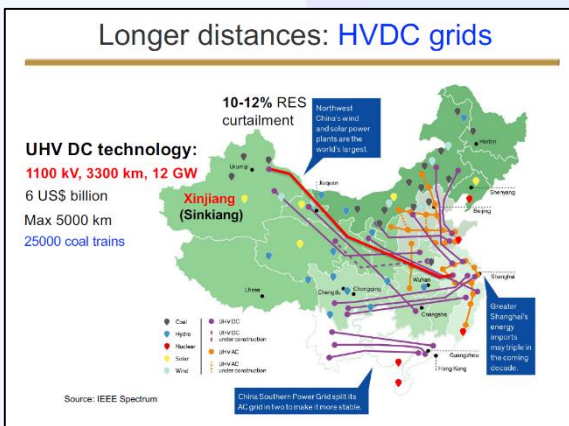
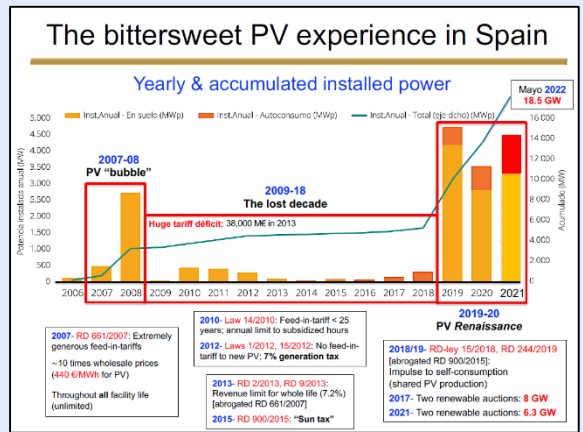
Energy w/o fire

https://youtu.be/ACaRqYTEXCE

Still uncertain or unmature:

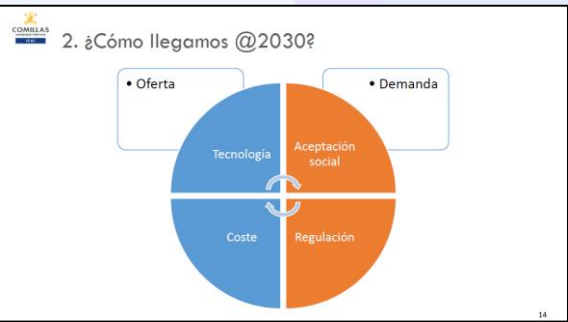
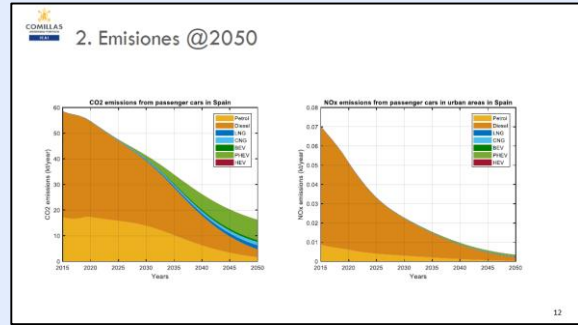
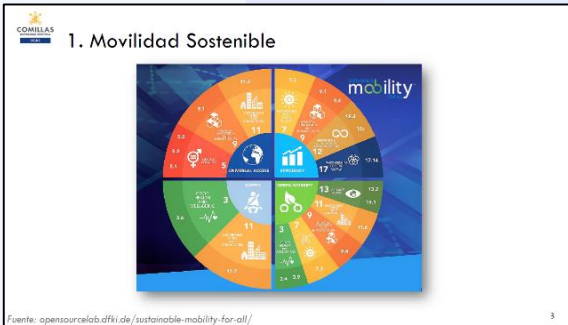
4. Power-to-Gas: “Green” Hydrogen, Synthetic fuels ?
5. Carbon capture & storage, geo-engineering ??
6. New generation of fission reactors ? Fusion ??

© Antonio Gómez-Expósito



PONENCIA:

D. Pablo Frías Marín, profesor de la ITT-Universidad Pontificia Comillas, presentó su ponencia titulada “Movilidad eléctrica: perspectivas y barreras.”



5. Retos de regulación

- Adquisición y uso de EVs:
 - (Des)coordinación vertical vs. horizontal
 - Impuestos distribuidos en compra y uso del vehículo

$$\text{Coste total} = C_{\text{compra}} \cdot (1 + IVA) + Imp_{\text{registro}} + C_{\text{comb}} \cdot (1 + IVA) + Imp_{\text{netoiam}} + C_{\text{mto}} \cdot (1 + IVA) + C_{\text{rrv}} + Imp_{\text{circulación}} + C_{\text{parking}}$$

- ### 6. Conclusiones
- Necesidad** de afrontar la transición hacia una movilidad sostenible
 - Oportunidad** de crear valor y privilegiado punto de partida
 - Existencia de **barreras** técnicas, sociales y regulatorias
 - Necesidad de comunicación/formación

6. Conclusiones

- Ayudas** (desde 2014): MOVES III (400 M€)
- PNIEC @2030**: 5M EVs y 74% de generación renovable
- NRPP español**: 24,000 M€ (4,3 public + 19,7 private) [2nd]
- Industria Eléctrica**
 - REE Centro de control de vehículos, 2017 (CECOVEL)
 - Estrategia de despliegue de red de recarga:
 - Iberdrola > 1,000 → 150,000
 - ENDESA > 2,000 → 8,500
 - Naturgy → 1,100
- Fabricantes**: ANFAC, AEDIVE, Grupo Antolin, Gestamp, ...

PONENCIA:

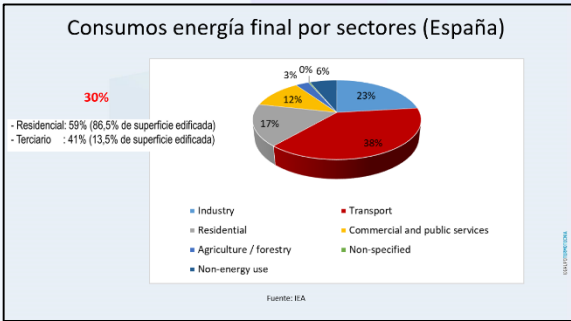
D. Servando Álvarez Domínguez, profesor de la Universidad de Sevilla, presentó su ponencia titulada “Electrificación del sector residencial y terciario: climatización y agua caliente sanitaria.”



ELECTRIFICACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO: TECNOLOGÍAS, RETOS Y OPORTUNIDADES

Sevilla, 5 y 6 de octubre de 2022

Electrificación del sector residencial y terciario: climatización y agua caliente sanitaria
Servando Álvarez Domínguez
 Universidad de Sevilla



Instalación de ACS con bomba de calor de A/W con SCOP=4 e intercumulador de efecto joule

Suponer DACS = 15 kWh/m²

| Escudado | Etapas | Energético | Porcentaje de la Energía |
|----------|-----------------------------|--------------|--------------------------|
| 1 | B/C | Electricidad | 66 % |
| 1 | Intercumulador efecto joule | Electricidad | 34 % |

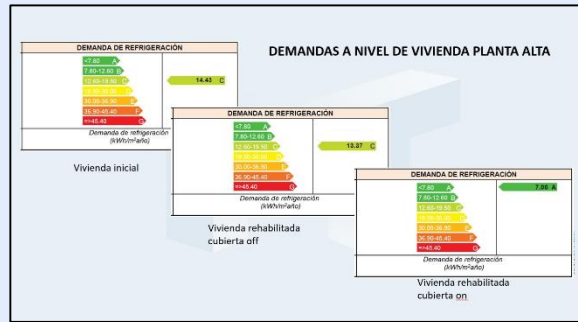
15 x 0.34 = 5.1
 15 x 0.66 = 9.9 9.9/4 = 2.475 9.9 - 2.475 = 7.425

| Vector energético | UIC | UIC2 | UIC3 | UIC4 | EPD/C | EPD | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C | EPD/C |
|----------------------------------|------|------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Electricidad de red convencional | 0.1 | 1.00 | 1.01 | 1.01 | | | | | | | | | | | | | | |
| Electricidad de red B/C | 0.08 | 1.00 | 1.04 | 1.04 | | | | | | | | | | | | | | |
| Microcalentador B/C | 1.00 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 1.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Indicador ACS: 7.425 / 15 = 0.495

Sistemas híbridos

- Optimización de la operación del sistema B/C
- Optimización en función de precios eléctricos (Smart)
- Temp. Exterior por debajo de un umbral todo es gas
- La producción final de ACS es a partir de la caldera de condensación
- Permite acoplamiento solar



Conclusiones (I)

- Débil penetración energía eléctrica en las aplicaciones de calefacción, refrigeración y ACS en residencial.
- Media / alta penetración energía eléctrica en calefacción y refrigeración en terciario.
- La B/C por si sola no es solución para satisfacer exigencias de eficiencia energética en ACS

Conclusiones (II)

- Las nuevas exigencias de eficiencia energética (Nzeb) pueden ser una oportunidad usando B/C si:
 - Mejores prestaciones nominales equipos y mejor comportamiento a carga parcial.
 - Mejorar salto de temperatura condensador –evaporador (fluido adecuado a la temperatura adecuada)
 - Fraccionamiento de potencia.
 - **Gestión de la demanda**: Estrategias de operación que desplazan la demanda hacia los instantes en que los equipos tienen mejores prestaciones y/o menor coste.
 - **Acumulación e hibridación**
 - **Integración con efluentes degradados.**

PONENCIA:

D. Tomás González Ayuso, investigador en CIEMAT, presentó su ponencia titulada “La economía del hidrógeno verde: mitos y realidades”



GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN | CIEMAT | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | UIMP | Universidad Internacional Menéndez Pelayo

ELECTRIFICACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO: TECNOLOGÍAS, RETOS Y OPORTUNIDADES

5 y 6 de octubre de 2022

LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO VERDE: MITOS Y REALIDADES

TOMÁS GONZÁLEZ AYUSO

5 DE OCTUBRE DE 2022

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN | CIEMAT | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | UIMP | Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Objetivos en Europa

- **Primera fase 2020-2024:** Instalación de al menos 6 GW de electrolizadores en la UE y la producción de hasta 1 millón de toneladas de hidrógeno renovable
 - Estudiar la localización de electrolizadores e Hidrogeneras
- **Segunda fase 2025-2030:** Al menos 40 GW de electrolizadores para 2030 y la producción de hasta 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable.
 - Aumentar la competitividad del hidrógeno renovable
 - Potenciar el uso del hidrógeno como sistema de almacenamiento
- **Tercera fase 2030-2050:** Madurez e implantación a gran escala
 - Aumento masivo de la producción de electricidad y de hidrógeno renovable en 2050.
 - Generalización del hidrógeno y los combustibles sintéticos

La economía del hidrógeno verde: mitos y realidades – Tomás González Ayuso - Ciemat

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN | CIEMAT | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | UIMP | Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Electrolizador: Componentes básicos, Celda

CELL LEVEL

$$4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2 + 4\text{e}^-$$

Iones Líquido/sólido | gas | líquido | ión metal

La economía del hidrógeno verde: mitos y realidades – Tomás González Ayuso - Ciemat

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN | CIEMAT | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | UIMP | Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Pilas de combustible “SOFC”

Ánodo

$$\text{H}_2 + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$$

Cátodo

$$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$$

Reacción total

$$\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$$

La economía del hidrógeno verde: mitos y realidades – Tomás González Ayuso - Ciemat

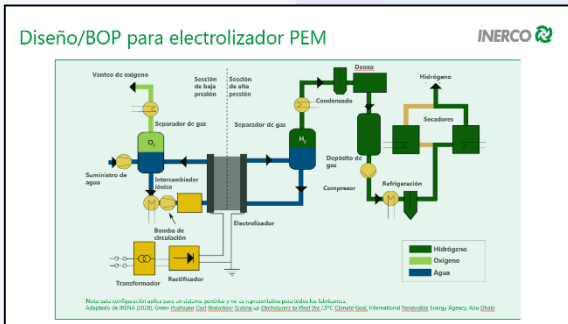
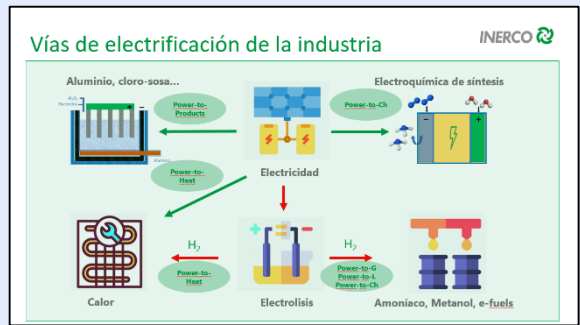
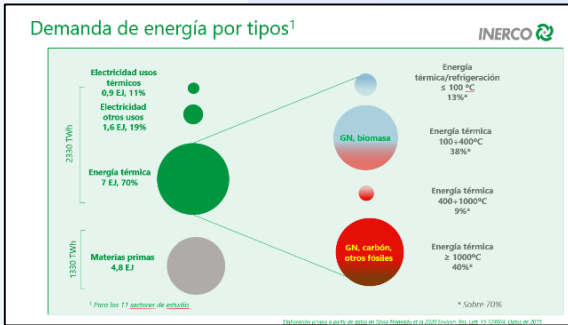
GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN | CIEMAT | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | UIMP | Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Costo de electrolizadores alcalinos

La economía del hidrógeno verde: mitos y realidades – Tomás González Ayuso - Ciemat

PONENCIA:

D. Vicente J. Cortés Galeano, Presidente de Inerco, presentó su ponencia titulada “¿Es posible la electrificación de la industria?”



- ### Conclusiones (I)
- #### Sobre datos globales y electrificación directa
1. Los **once sectores** principales de la **industria europea** demandan el **25%** de la **energía final** y **emiten el 33%** del **CO₂**.
 2. La demanda de energía final es de unos **2330 TWh** destinada en un **70%** a usos **térmicos**, satisfechos con fósiles
 3. Las **materias primas** para la **industria química** suponen una demanda **adicional de fósiles de unos 1330 TWh**
 4. La **industria** puede **electrificarse** por **vía directa** particularmente mediante producción de **calor** en sustitución de fósiles
 5. Las tecnologías eléctricas para calor a gran escala requieren reducción de CAPEX y aumento de tamaños unitarios
 6. Como característica general presentan buenos rendimientos, superiores a las tecnologías basadas en fósiles

- ### Conclusiones (II)
- #### Sobre electrificación indirecta y reducción de emisiones
7. La producción de **H₂ electrolítico** es una vía de **electrificación indirecta** de la industria
 8. El **hidrógeno** es fuente adicional de **calor** y puede destinarse a la transformación en **materias primas y combustibles**
 9. El potencial de **electrificación directa** con tecnologías de mercado o próximas es **limitado para acero, química y cemento**
 10. La **electrificación indirecta** resulta ser la vía de **descarbonización** esencial para **acero e industria química**
 11. La **reducción de emisiones** de CO₂ de la industria es función de la **huella de carbono de la electricidad renovable**
 12. En el **mejor de los escenarios**, la reducción de emisiones por **electrificación directa** supondría una **reducción de algo más del 50% de las emisiones** de la industria (-15% de las emisiones de la UE)

- ### Conclusiones (III)
- #### Sobre los retos de la electrificación de la industria
13. La **electrificación de la industria** supone grandes **retos** derivados de:
 - La **dificultad de penetración** de nuevas tecnologías en sectores con **aversión al riesgo**
 - La necesidad de **cambios de procesos** y arquitectura de **control** de los mismos
 - Las **ingentes** necesidades de **energía renovable** con huella de carbono muy reducida
 - La necesidad de un **suministro eléctrico ininterrumpido y estable**
 - La necesidad de **inversiones en almacenamiento**
 - Los **rendimientos** de los procesos de **electrificación indirecta**
 14. Un cierto número de **tecnologías disruptivas** pueden aportar **vías alternativas** al proceso de electrificación indirecta, pero los **TRL actuales** son aún **muy bajos**.

PONENCIA:

D. José María Maza Ortega, profesor de la Universidad de Sevilla, presentó su ponencia titulada “Electrificación de los sectores primario y extractivo.”



Power Engineering Group

Electrificación de los sectores primario y extractivo

José María Maza Ortega
jmmaza@us.es

Electrificación del sector energético: tecnologías, retos y oportunidades
UIMP Universidad Internacional Menéndez Pelayo
6/10/2022

Power Engineering Group
Sector agrícola: consumo energético

- ¿Qué electrificar en el sector agrícola?

| Actividad | Fuente energía |
|--------------------------|---------------------|
| Preparación terreno | Diésel |
| Siembra | Diésel |
| Riego | Electricidad/Diésel |
| Aplicación fertilizantes | Diésel/Gas |
| Aplicación pesticidas | Diésel/Gas |
| Cosecha | Diésel |
| Trilla | Diésel |
| Procesado semillas | Electricidad/Diésel |

Maquinaria agrícola

43% emisiones

Power Engineering Group
Sector agrícola: electrificación de vehículos

- Soluciones alternativas:

The inherent dimension problem of tractor batteries

| Power Group | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Operational time (h) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Max. Battery (kWh) | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Weight (kg) | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |

Battery dimension

Power Engineering Group
Sector agrícola: electrificación de riego agrícola

- Utilización de renovables:
- Tipos de instalaciones:

Conectado a red

Aislado híbrido

Baterías Diésel

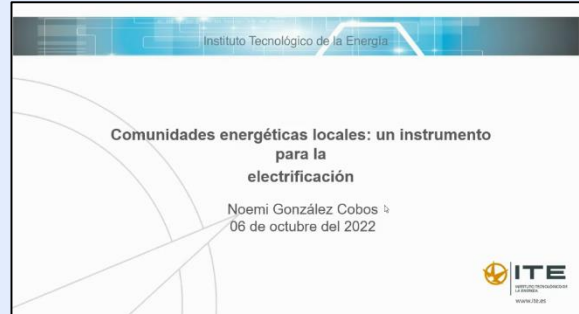
Aislado PV puro

Power Engineering Group
Conclusiones

- La electrificación del sector agrícola y extractivo es interesante
- Sustitución tecnológica:
 - Reducción del consumo energético
 - Reducción de emisiones
 - Utilización de recursos renovables de energía
- Electrificación de vehículos:
 - El tamaño importa
 - Se están dando los primeros pasos
 - Movimientos esperables en los próximos 10 años
- Aplicación de técnicas de eficiencia energética: bombeo y ventilación
- Uso local de energías renovables formando microrredes

PONENCIA:

D^a. Noemi González Cobos, ITE-UPV, presentó su ponencia titulada “Comunidades energéticas locales: un instrumento para la electrificación.”



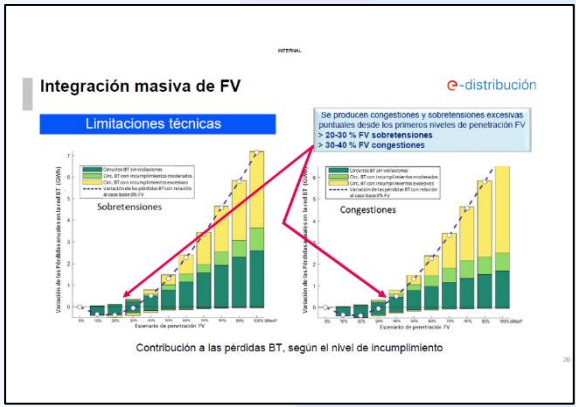
PONENCIA:

D. Carlos Javier Muñoz Domínguez, responsable de Operación y Mantenimiento de e-distribución de ENDESA, presentó su ponencia titulada “Retos y oportunidades para la red de distribución ante la electrificación del consumo energético”



Retos y oportunidades para la red de distribución ante la electrificación del consumo energético

Escuela de Energía UIMP Sevilla – Otoño 2022
Carlos Javier Muñoz Domínguez



Modelo Operativo

Grid Blue Sky

Grid Blue Sky es nuestra respuesta estratégica para preparar la red para los desafíos del futuro

Nuevo Modelo Operativo de plataforma

- Organización:** Asignación de responsabilidades con miras a simplificación y capacidad de acción.
- Procesos:** Estandarización y escalabilidad de los procesos orientados a la calidad, la eficiencia, la seguridad y la satisfacción del cliente.
- Tecnología:** Plataforma tecnológica racional y robusta que puede **escalar** y **evolucionar** para satisfacer las **necesidades del negocio** de manera más rápida y económica.

Modelo Operativo

Network Digital Twin

Entre los proyectos de digitalización de Endesa en la red de distribución destaca el Network Digital Twin, el gemelo digital de la red, una réplica exacta de la red eléctrica metida en el ordenador con la que poder realizar simulaciones en todas las condiciones posibles, controlar en tiempo real el funcionamiento de los distintos componentes, realizar un mantenimiento preventivo e interactuar con el personal de campo de forma más eficiente.

E-CHO

De la comunicación oral a la comunicación digital. O lo que es lo mismo, abandonar el teléfono tradicional para dar un salto a la digitalización de las comunicaciones del Centro de Control de distribución. Esto es el Proyecto E-CHO. De ahora en adelante, con este proyecto, la compañía ha introducido un cambio estructural en la transmisión de instrucciones a los técnicos y operarios que trabajan sobre el terreno realizando monitoras en la red de distribución eléctrica.

El cambio para la transición energética

“Clientes con mayor grado de electrificación” + “Iniciativa, ampliación, digitalización y modernización de las redes” = “Generación más sostenible”


“Digitalización de los sistemas” + “Iniciativa” + “Cambio cultural” = “Nuevo modelo operativo”

PONENCIA:

D. Antonio Soria Ramírez, Joint Research Center European Commission, presentó su ponencia titulada “Estrategia e instrumentos de la UE para la descarbonización del consumo energético.”




EU ETS



- Existing ETS**
 - Increase of 18 pp of emissions reduction (from -43% to -61% by 2030)
 - Remove free allowances for aviation
 - Review of the Market Stability Reserve
 - Will now include maritime transport
- New ETS**
 - For road transport and buildings, operational as of 2025
 - Emissions reduction of 43% by 2030
 - Climate Social Fund to address possible social impacts

Support measures for a fair transition

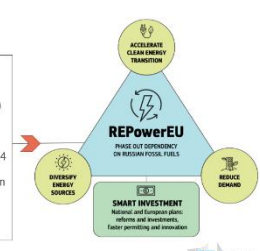
- The **Social Climate Fund**: 1) support households, transport users, and micro-enterprises; 2) support investments in energy efficiency, buildings renovation, clean heating and cooling, integration of renewable; 3) provide direct income support for vulnerable households; 4) finance zero-and low-emission mobility
- Financed by the EU budget, using an amount equivalent to 25% of the expected revenues ETS building and road transport. It will provide €72.2 billion for the period 2025-2032



REPowerEU Plan

Independence from Russian fossil fuels by 2027

- Increase imports of liquefied natural gas (LNG) by 50 bcm
- Increase pipeline gas imports by 10 bcm
- Increase biomethane production by 3.5 bcm
- EU-wide energy saving to cut gas demand by 14 bcm
- Rooftop solar to reduce gas demand by 2.5 bcm
- Heat pumps to reduce gas demand by 1.5 bcm
- Reduce gas demand in the power sector by 20 bcm by deployment of wind and solar



1. Save Energy

Accelerating mid- to long-term energy efficiency measures


- Strengthen regulatory framework through FitFor55: increased target for energy savings from 9% to 13% by 2030
- Increase transport energy efficiency e.g. motorway speed limits, minimum share of electric vehicles, ...

Financing


- RRPs and MFF (cohesion funds, InvestEU, JTF, ETS, LIFE ...)
- Technical assistance for financing and investments
- European Energy Efficiency Financing Coalition

Governance and partners

- Covenant of Mayors, 100 Climate-neutral and Smart Cities Mission
- Energy savings partnerships with specific sectors
- Islands initiative, Initiative on Coal Regions, ...



Interlinkages between REPowerEU, RRP and the European Semester



European Semester

- Country Report: Identifying challenges linked to REPowerEU
- Country-specific recommendations: translating the EU-wide REPowerEU objectives in national objectives

Recovery and Resilience Plans

- Additional reforms and investments to address REPowerEU objectives
- CSRs are the basis for preparing the RRP: each plan needs to address all or a significant subset of challenges identified in the relevant CSRs

REPowerEU

- Diversifying of supplies: higher levels of biomethane and hydrogen, higher LNG imports and pipeline imports from non-Russian suppliers
- Accelerating the reduction of EU's dependence on fossil fuels: increasing energy efficiency in buildings and industry, increasing the share of renewables

Conclusion

- An ambitious plan to phase out dependence from Russian fossil fuels
- Comprehensive package of measures, covering:
 - Energy savings
 - Accelerating deployment of renewables
 - Smart investment
 - Preparedness
- Next steps:** To be endorsed by Leaders European Council

- Curso de Simulación de la Dinámica de SP usando PowerFactory
- Curso Online de Introducción al PSSE/E para Sistemas Eléctricos de Potencia
- Curso Virtual: Fundamentos de Micro-Generación Eólica y su Integración a la Red.

“Curso de Simulación de la Dinámica de SP Usando PowerFactory”



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

Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica








Professor Dr. Francisco González-Longatt

University of South-Eastern Norway

“Curso de Simulación de la Dinámica de SP usando PowerFactory”

17/5/2022 Aula 006, **18/5/2022** Aula 112, **19/5/2022** Aula S8 y **20/5/2022** Aula 107
E.T.S. de Ingeniería de la Universidad de Sevilla
Horario de 15:30 a 19:30 horas

Sesión online: [Enlace](#)



PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO



Cátedra Endesa Red
de la Universidad de Sevilla



Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio
de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

Del 17 al 20 de mayo de 2022 el Profesor **Francisco González-Longatt**, de la University of South-Eastern Norway, impartió el Curso titulado “Simulación de la Dinámica de SP usando PowerFactory”.

“Curso Online de Introducción al PSS/E para Sistemas Eléctricos de Potencia”



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





Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía

**Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio
de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019 (HysGrid).**

Profesor Dr. Juan Manuel Roldán Fernández

Universidad de Sevilla

“Curso Online de Introducción al PSS/E para Sistemas Eléctricos de potencia”

Del 23 al 26 de mayo de 2022 en horario de 16:00 a 20:00 horas

Plazo de inscripción hasta el 22 de mayo de 2022: [Enlace](#)



PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO



Cátedra Endesa Red
de la Universidad de Sevilla

Doctorado Interuniversitario Sistemas
de Energía Eléctrica






Del 23 al 26 de mayo de 2022 el Profesor **Juan Manuel Roldán Fernández**, de la Universidad de Sevilla, impartió el Curso Online titulado “Introducción al PSS/E para Sistemas Eléctricos de Potencia”.

“Curso Virtual: Fundamentos de Micro-Generación Eólica y su Integración a la Red”

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

Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía

Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019 (HySGrid).

Curso Virtual: Fundamentos de Micro-Generación Eólica y su Integración a la Red.

Del 30 de mayo al 2 de junio de 2022 en horario de 16:00 a 20:00 horas

Plazo de inscripción hasta el 29 de mayo de 2022: [Enlace](#)

Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica

Del 30 de mayo al 2 de junio de 2022 se impartió el Curso Virtual titulado “Fundamentos de Micro-Generación Eólica y su Integración a la Red”.

Red temática CYTED

CURSO VIRTUAL: FUNDAMENTOS DE MICRO-GENERACIÓN EÓLICA Y SU INTEGRACIÓN A LA RED

71840564 - Red Iberoamericana para el desarrollo y la integración de pequeños generadores eólicos (micro-eólica)

30 de mayo a 02 de junio 2022 ————— 16 hrs a 20 hrs hora Madrid

Objetivo General

Comprender las soluciones tecnológicas en generación mini-eólica y su integración a la red eléctrica.

Cronograma de conferencias del curso, hora Madrid.

| Fecha | Horas | Conferencia | Profesor |
|-------------|-------|--|---|
| 30 de Mayo | 16:00 | Introducción a la mini-eólica aspectos regulatorios y económicos | Javier Serrano, PhD - Profesor Titular, Grupo de Investigación: Sistemas de Energía Eléctrica Ingeniería Eléctrica, Universidad de Sevilla, España |
| | 17:00 | | |
| | 17:00 | Estado del Arte de Micro-Eólicas. Tipos, formas, aspas, perfiles y clasificación | Carlos Labriola, MSC - Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén - Argentina |
| 31 de Mayo | 19:00 | Consideraciones del estudio del recurso en sitios urbanos y rurales | Bruno López - Facultad de Ingeniería / Instituto de Medicina de los Andes e Ingeniería Ambiental, Universidad de la República Uruguay |
| | 20:00 | | |
| | 16:00 | Elección del tipo de turbina, Instalación y mantenimiento para sitios urbanos y rurales | Carlos Labriola, MSC - Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén - Argentina |
| 01 de Junio | 18:00 | Certificación de turbinas | Luis Cano del CIEMAT - Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, España |
| | 20:00 | | |
| | 16:00 | Criterios de conexión de una micro-turbina a la red de energía eléctrica según normativa vigente | Gina Idarraga, PhD - Profesor Investigador Titular, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico Andrés Romero Quete, PhD - Investigador / Docente, Instituto de Energía Eléctrica Facultad de Ingeniería, UNSJ-CONICET |
| 02 de Junio | 17:00 | Modelado de pequeños generadores eólicos para estudios eléctricos | Gastón Savine, PhD - Profesor Instituto de Energía Eléctrica, Universidad Nacional de San Juan / CONICET, Argentina |
| | 19:00 | | |
| | 18:00 | Herramienta de simulación de microgrids y DER- Homer | David Romero, PhD - Investigador de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Magister en Ingeniería (M.Sc.) Universidad de Lyon 1, Doctor en Ingeniería eléctrica. |
| 02 de Junio | 16:00 | Arquitectura de smart grid y medición inteligente para integrar sistemas de generación renovable | Javier Rosero García, PhD, Profesor Titular, Director, Grupo de Investigación: Electrical Machines & Drives, ENIGP, Universidad Nacional de Colombia. |
| | 18:00 | | |
| | 20:00 | Microeólicas en microredes Inteligentes | Maximiliano Martínez, Investigador / Docente, Instituto de Energía Eléctrica Facultad de Ingeniería, UNSJ-CONICET, Argentina / David Romero, PhD / Andrés Romero, PhD |

Modalidad: Virtual por videoconferencia
Fecha límite de inscripción: 25 de mayo de 2022

Nota: Se entregará certificación a los participantes que cumplen con los requisitos al finalizar el taller [Link de inscripción: https://forms.gle/QkgoP7q3j1yNq8E48](https://forms.gle/QkgoP7q3j1yNq8E48)

Programa del Curso

Jornadas

- ❑ Conclusiones y cierre del Proyecto PASTORA (Málaga)

Endesa avanza en el control en tiempo real de la red de distribución con la ayuda de la inteligencia artificial



Participantes en el proyecto PASTORA junto a D. Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía y Extremadura, D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla y D^a Susana Carillo Aparicio, Concejala Delegada de Innovación y Digitalización Urbana del Ayuntamiento de Málaga.

El proyecto PASTORA, liderado por la filial de redes de Endesa, e-distribución, despliega en Málaga una nueva generación de dispositivos inteligentes para la monitorización de la red.

La inteligencia artificial se convierte en un aliado para prevenir y predecir incidencias, mejorar la fiabilidad de la red y la calidad del servicio.

El Proyecto PASTORA, liderado por la filial de infraestructura y redes de Endesa, e-Distribución, ha permitido dar nuevos pasos en el diseño de las redes de distribución del futuro, claves para la descarbonización del sector energético y la electrificación de la economía. El despliegue de una nueva generación de sensores y dispositivos inteligentes, el desarrollo de herramientas de inteligencia artificial basadas en el aprendizaje profundo y el análisis de millones de datos se han combinado para avanzar en el diseño de redes más fiables que permitan prevenir incidencias y mejorar la calidad de servicio.

PASTORA, acrónimo de Preventive Analysis of Smart Grids with Real Time Operation and Renewable Assets Integration (Análisis preventivo de Redes Inteligentes con Operación en Tiempo Real e Integración de Recursos Renovables) ha desplegado en Málaga durante los últimos tres años algunas de las soluciones que van a permitir mejorar la capacidad y resistencia de las redes de distribución en el futuro. El Smart City Living Lab de Málaga, que se ha consolidado como un centro de experimentación y desarrollo de las tecnologías de distribución de energía eléctrica, ha sido el laboratorio real donde se han probado las nuevas soluciones entre 20.000 clientes domésticos, 300 industriales y 900 de servicios.

El pasado 5 de abril de 2022 se presentaron en Málaga las conclusiones del proyecto en un acto con presencia de Susana Carillo, delegada de Innovación y Digitalización Urbana del Ayuntamiento de Málaga; Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía, Extremadura, Ceuta y Melilla, y Antonio Gómez, Director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla.

El proyecto ha aplicado instrumentos y herramientas que avanzan hacia una mayor digitalización de la red de distribución y que se agrupan en torno a tres pilares: nuevos sensores y dispositivos inteligentes, herramientas de IA (Inteligencia Artificial) para la supervisión y el control preventivo de la red en tiempo real y herramientas de tratamiento de información en tiempo real (Big Data) y análisis de las series históricas de datos para ayudar a prevenir incidencias y averías.

En concreto, PASTORA ha integrado en la red una nueva generación de dispositivos inteligentes para la monitorización y control de los centros de transformación de media y baja tensión, desde transformadores inteligentes para controlar el nivel de tensión, a cuadros de baja tensión capaces de proporcionar más medidas y con más precisión que los equipos utilizados hasta el momento.

Además, se han empleado cámaras térmicas para ayudar a predecir averías a partir de la temperatura de las instalaciones gracias al análisis de imágenes y se han instalado pequeños sensores que permiten obtener la temperatura de los elementos instalados con mucha precisión y en tiempo real.

El desarrollo de herramientas avanzadas de Inteligencia Artificial basadas en aprendizaje profundo (Deep learning) ha permitido avanzar en el mantenimiento predictivo de la red al correlacionar las variables eléctricas con las imágenes térmicas para detectar posibles averías.

El proyecto ha sido desarrollado por un consorcio liderado por Endesa, a través de e-distribución, en el que han participado Ayesa, Ormazabal, Ingelectus, Aicia, (organismo de investigación vinculado a la Universidad de Sevilla) y el grupo SiPBA (grupo de investigación vinculado a la Universidad de Granada). PASTORA ha tomado como base los positivos resultados del proyecto MONICA (Monitorización y Control Avanzado de redes de distribución MT y BT), para desarrollar y probar soluciones inteligentes e innovadoras para desarrollar redes más flexibles, fiables y eficientes y dar respuesta a las necesidades del nuevo modelo eléctrico con la integración masiva de las energías renovables, los nuevos modelos de autoconsumo o la progresiva incorporación del coche eléctrico, alineándose de este modo con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU sobre Industria, innovación e infraestructuras (ODS 9) y Ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11).

El proyecto PASTORA ha sido parcialmente subvencionado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), apoyado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y cofinanciado por la Unión Europea con fondos FEDER a través del “Programa Operativo Plurirregional de España 2014-2020”.



Seminarios Docentes Recibidos

- ❑ **D. Alfonso Vargas Vázquez**
“La Transición Energética: Presente y Futuro de las Energías Renovables”
- ❑ **Prof. Pierluigi Mancarella**
“System Integration and Technical Performance”
“Techno-economic and Commercial Aspects”
- ❑ **D. Fernando Almagro Yravedra**
“Operación coordinada de la red eléctrica europea y cálculo de capacidad de intercambio para el mercado eléctrico europeo ”
- ❑ **Prof. Juan M. Rey López**
“Control jerárquico de Microrredes: Avances de Investigación”
- ❑ **Prof. Pedro Rodríguez Cortés**
“The role of grid forming technologies on the future power system”
- ❑ **Mr. Lukas Ortmann**
“Online Feedback Optimization - Using Optimization Algorithms as Feedback Controllers”
- ❑ **Prof. Lenos Hadjidemetriou**
“Advancing the Integration of Renewable Energy and Intelligently Managing Modern Power Systems”
- ❑ **Prof. Inmaculada Zamora Belver**
“Investigar en Ingeniería Eléctrica. Movilidad Eléctrica Sostenible”

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

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

WEBINAR

D. Alfonso Vargas Vázquez
Presidente de la Asociación de Energías Renovables de Andalucía

La Transición Energética: Presente y Futuro de las Energías Renovables

Miércoles 19 de enero de 2022 a las 12:00 horas

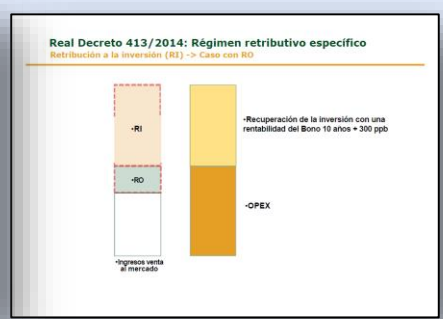
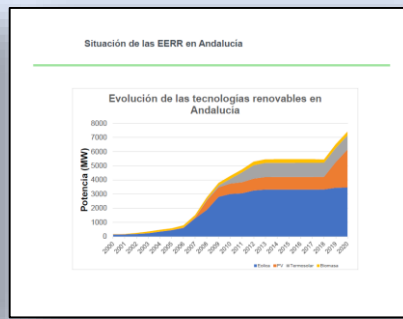
El pasado 19 de enero de 2022 **D. Alfonso Vargas Vázquez**, Presidente de la Asociación de Energías de Andalucía, impartió el Webinar titulado “La Transición Energética: Presente y Futuro de las Energías Renovables”

Departamento de Ingeniería Eléctrica

La Transición Energética
Presente y futuro de las Energías Renovables

Sevilla, 19 de enero de 2022

Alfonso Vargas Vázquez
Presidente de la Asociación de Energías Renovables de Andalucía



HERRAMIENTAS

Estrategia de Transición Justa

PNIEC

Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo

Estrategia de política Energética

Hoja de ruta de hidrógeno renovable

Estrategia de almacenamiento

Hoja de Ruta de las Energías Marinas

Estrategia nacional de autoconsumo

Hoja de Ruta del Biogás

Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética

Subastas de EERR

Plan de recuperación

Anteproyecto de Ley Fondo para la Sostenibilidad del Sistema Eléctrico



Calendario de las subastas

| | | Valores mínimos de potencia (MW) | | | | | |
|---|-------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 2.020 | 2.021 | 2.022 | 2.023 | 2.024 | 2.025 |
| Eólica | Incremento: | 1.000 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| | Acumulado: | 1.000 | 2.500 | 4.000 | 5.500 | 7.000 | 8.500 |
| Fotovoltaica | Incremento: | 1.000 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 |
| | Acumulado: | 1.000 | 2.800 | 4.600 | 6.400 | 8.200 | 10.000 |
| Solar Termoelectrónica | Incremento: | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | Acumulado: | 200 | 400 | 600 | 800 | 1.000 | 1.200 |
| Biomasa | Incremento: | 140 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | Acumulado: | 140 | 260 | 380 | 500 | 620 | 740 |
| Otras tecnologías (biogás, hidráulica, mareomotriz, etc.) | Incremento: | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Acumulado: | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |

IEEE PES ESPAÑA & CATEDRA ENDESA US | [WEBINAR(1º)
17.02.2022] THE ENERGY TRANSITION | UTILITY-SCALE AND
DISTRIBUTED BATTERIES IN RENEWABLES-DOMINATED POWER
SYSTEMS: LESSONS LEARNED FROM AUSTRALIA – SESSION I:
SYSTEM INTEGRATION AND TECHNICAL PERFORMANCE

Share



IEEE PES ESPAÑA & Catedra Endesa de la Universidad de Sevilla | [Webinar(1º) 17.02.2022] THE ENERGY TRANSITION | Towards a DECARBONIZED ENERGY | Utility-scale and distributed batteries in renewables-dominated power systems: lessons learned from Australia – Session I: System integration and technical performance

In this occasion, organised by IEEE PES CHAPTER and sponsored by CATEDRA ENDESA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA , **Prof. Pierluigi Mancarella** (University of Melbourne, Australia and University of Manchester, UK) shares with us, as PES Distinguished Lecturer, his experience on utility-scale and distributed batteries in renewables-dominated power systems: lessons learned from Australia. This content will be delivered within two Sessions (Session I - 17/2/2022 : System integration and technical performance; Session II - 24/2/2022 : Techno-economic and commercial aspects)

Title: Utility-scale and distributed batteries in renewables-dominated power systems: lessons learned from Australia – Session I: System integration and technical performance.

Content: The South Australia “black system” event of September 2016 may be regarded as the first ‘textbook’ example of security and resilience issues that may appear in a renewables-dominated grid that may naturally be more ‘fragile’ and sensitive to weather. At the same time, that event and the ongoing operational challenges have prompted the development and deployment of a number of innovative smart grid technologies and commercial solutions. In particular, battery energy storage systems (BESS) of different sizes and applications, ranging from utility-scale (order of 100 MW) to community batteries (order of MW) to household-level batteries (order of kW) are penetrating the Australian market to provide both system security and resilience services as well as exploit market opportunities due to highly volatile energy and ancillary services prices in a renewables-dominated system.

IEEE PES ESPAÑA & CATEDRA ENDESA US | [WEBINAR(2º)
24.02.2022] THE ENERGY TRANSITION | UTILITY-SCALE AND
DISTRIBUTED BATTERIES IN RENEWABLES-DOMINATED POWER
SYSTEMS: LESSONS LEARNED FROM AUSTRALIA – SESSION II:
TECHNO-ECONOMIC AND COMMERCIAL ASPECTS

Share



IEEE PES ESPAÑA | [Webinar(2º) 24.02.2022] THE ENERGY TRANSITION | Towards a DECARBONIZED ENERGY | Utility-scale and distributed batteries in renewables-dominated power systems: lessons learned from Australia – Session II: Techno-economic and commercial aspects

In these two lectures, which are held as part of the IEEE Power and Energy Society Distinguished Lecture Programme, we will present, based on real-world experiences as well as ongoing research projects in Australia, how BESS are increasingly being deployed at different scales as effective technologies to manage the challenges of a renewables-dominated grid and market. More specifically, in Lecture, 1 we will discuss how different BESS can provide different essential system services, also depending on their technology and control strategies (e.g., grid-following vs grid-forming vs virtual synchronous machine configurations), and their performance when operating in low-inertia and/or weak grid conditions. In Lecture 2, we will then discuss how commercial opportunities and business cases are being/may be built around different types of BESS. Finally, we will provide examples of recent research projects and field trials looking into developing new market frameworks to properly value the system and network services provided by BESS, proposing new pricing mechanisms when dealing with BESS-based DER such as for community energy systems or as part of virtual power plants, and overcoming relevant regulatory challenges.

“Operación coordinada de la red eléctrica europea y cálculo de capacidad de intercambio para el mercado eléctrico europeo”

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

Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica

Webinar

D. Fernando Almagro Yravedra

Security & Coordination Engineer in CORESO (Bruselas, Bélgica)

“Operación coordinada de la red eléctrica europea y cálculo de capacidad de intercambio para el mercado eléctrico europeo”

Miércoles 23 de marzo de 2022 a las 18:00 h

PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Cervantes, otorgado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

El pasado 23 de marzo de 2022 **D. Fernando Almagro Yravedra**, Security & Coordination Engineer in CORESO (Bruselas, Bélgica), impartió el Webinar titulado “Operación coordinada de la red eléctrica europea y cálculo de capacidad de intercambio para el mercado eléctrico europeo”

Coreso Coordinated Operations Seminar

Universidad de Sevilla

Fernando Almagro
Security & Coordination Engineer

28/03/2022

The European Power Grid

- 41 TSOs in 33 countries
- Over 500 million customers served
- 100,000 km of transmission lines (more than twice circumference of Earth)

6 RSCs

- ENTSO-E
- UCTE
- UCTE
- UCTE
- UCTE
- UCTE

Main Actors of European Transmission Grid:

- TSO:** Manages the national transmission grid.
- NRA:** Ensure application of national regulation.
- ENTSOe:** Association of TSOs. Drafts and implements Network Codes.
- ACER:** Association of NRAs. Fosters cooperation among NRAs towards EU energy market integration.
- European Commission:** Creates regulation.

Coordinated Security Analysis Process

Performed in a **distributed** and **iterative** basis. Main differences:

- More reliable information
- Early hours not covered in intraday

Automatic

Step 1: Collection of input datasets

Step 2: Security analysis process

Manual

Step 3: RSC/TSO Coordination

Intraday / RT

Step 4: Sharing of grid overview

Convergence tool package: merging supervisor, case visualizer

The Security Analysis

Not just the grid operation: **The communication**

- Coordination relies on communication
- Agreement among TSOs is necessary
- Compromise solution between TSOs
- Effective communication and negotiation is key

Coordinated Capacity Calculation Process

Flow-based approach:

- Used in complex borders
- Domain of secure exchanges found by optimization
- Market will choose the final exchanges using Euphrates

Grid Split 24th July 2021

European grid separation 24/07/2021

- Fire in the vicinity of Bales - Gaussian double circuit
- Cascading effects separates EA and PI from Europe
- Up to 1.3 Hz of deviation → 2000 MW generation lost in ES
- Automatic load shedding (8000 MW in ES) and power plant ramp-up is key

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

Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica

Seminario

Dr. Juan M. Rey López

Doctor en Ingeniería Electrónica y Profesor de la Universidad Industrial de Santander (UIS), Colombia

“Control jerárquico de microrredes: avances de investigación”

Miércoles 6 de abril de 2022 en el Aula S24 de 18:00 a 20:00 horas.

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

PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

Cátedra Endesa Red
de la Universidad de Sevilla

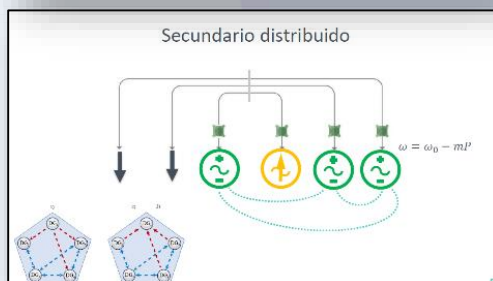
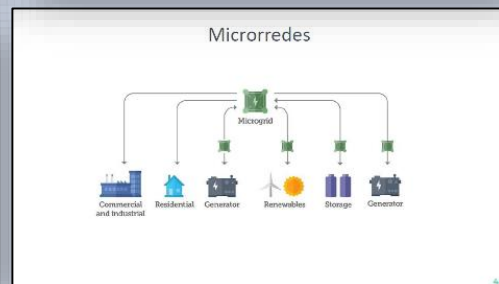
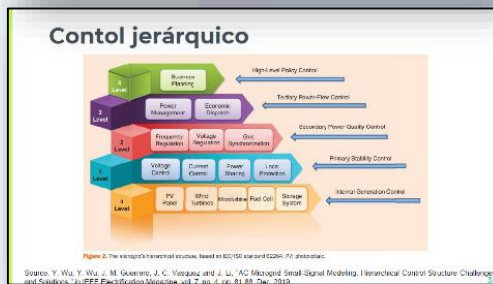
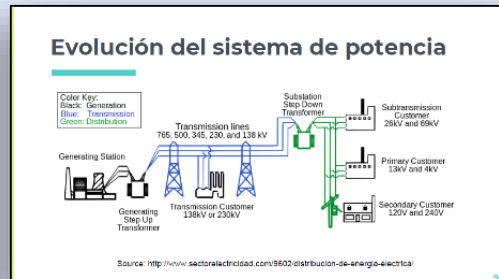
Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio
de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

El pasado 6 de abril de 2022 el **Dr. Juan M. Rey López**, Profesor de la Universidad Industrial de Santander (UIS) de Colombia, impartió el Seminario titulado “Control jerárquico de microrredes: avances de investigación”

Control jerárquico de microrredes

Avances de investigación

6 Abril, 2022



Conclusiones

Algunos retos interesantes:

- Reducción de la dependencia de los sistemas de comunicaciones (centralizado -> distribuido -> local).
- Integración de microrredes -> complejidad en la operación -> IoT?
- Uso de inteligencia artificial (machine learning) -> Aprendizaje reforzado.



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

Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
UPC
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
UNIVERSIDAD DE VALENCIA

Seminario

Dr. Pedro Rodríguez Cortés

Luxembourg Institute of Science and Technology

“ The role of grid forming technologies on the future power system”

Lunes 23 de mayo de 2022 a las 10:00 horas en el Salón de Grados de la ETS de Ingeniería.

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

CYTED PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

endesa
Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

AICIA
Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

El pasado 23 de mayo de 2022 el **Dr. Pedro Rodríguez Cortés**, del Luxembourg Institute of Science and Technology, impartió el Seminario titulado “The Role of Grid Forming Technologies on the Future Power System”.



D. Pedro Rodríguez Cortés junto a D. José María Maza, coordinador del programa de Doctorado Interuniversitario en Sistemas de Energía Eléctrica de la Universidad de Sevilla.

“Online Feedback Optimization Using Optimization Algorithms as Feedback Controllers”



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





Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica

Mr. Lukas Ortmann

ETH Zurich

Seminario “Online Feedback Optimization - Using Optimization Algorithms as Feedback Controllers”

19 y 20 de octubre de 2022

Salón de Grados de la E.T.S. de Ingeniería de la Universidad de Sevilla
Horario de 16:00 a 18:00 horas





PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

El pasado 19 y 20 de octubre de 2022 **Mr. Lukas Ortmann**, del ETH Zurich, impartió el Seminario titulado “Online Feedback Optimization - Using Optimization Algorithms as Feedback Controllers”



Online Feedback Optimization

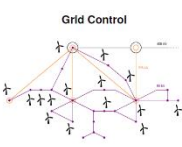
Using Optimization Algorithms as Feedback Controllers

Lukas Ortmann
ETH Zurich, Switzerland

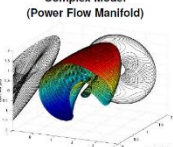
Automatic Control Laboratory | Lukas Ortmann | 19-21 October 2022 - Sevilla | 1

Motivation - Optimal Curtailment

Grid Control



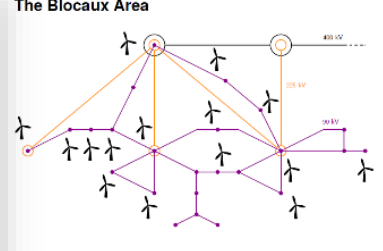
Complex Model (Power Flow Manifold)



How to optimally curtail wind farms?

Automatic Control Laboratory | Lukas Ortmann | 19-21 October 2022 - Sevilla | 3

The Blocaux Area



Automatic Control Laboratory | Lukas Ortmann | 19-21 October 2022 - Sevilla | 27

Curative Actions for Emergency Control



Automatic Control Laboratory | Lukas Ortmann | 19-21 October 2022 - Sevilla | 37

Open Problem: Robustness

First results

- Experiments show it is very robust
- One conference paper on some theory

Open questions

- Tradeoff between performance and robustness
- Suboptimality due to model mismatch
- Influence of model mismatch on constraint violations
- ...

Automatic Control Laboratory | Lukas Ortmann | 19-21 October 2022 - Sevilla | 44

Open Discussion

What we learned

- OFO solves optimization problems as closed-loop controller
- Can be applied to many problems, especially power systems

Open Problems

- What other optimization problem could it be used for?

Automatic Control Laboratory | Lukas Ortmann | 19-21 October 2022 - Sevilla | 45

“Advancing the Integration of Renewable Energy and Intelligently Managing Modern Power Systems”

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

Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica

Dr. Lenos Hadjidemetriou

KIOS Research and Innovation Center of Excellence, University of Cyprus.

Conferencia: “Advancing the Integration of Renewable Energy and Intelligently Managing Modern Power Systems”

15 y 16 de noviembre de 2022

Salón de Grados de la E.T.S. de Ingeniería de la Universidad de Sevilla
Horario de 15:30 a 17:30 horas

PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla

Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Cervera, otorgado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

El pasado 15 y 16 de noviembre de 2022 el **Dr. Lenos Hadjidemetriou** de KIOS Research and Innovation Center of Excellence (University of Cyprus) impartió el Seminario titulado “Advancing the Integration of Renewable Energy and Intelligently Managing Modern Power Systems”

Research and Innovation Center of Excellence

Advancing the Integration of Renewable Energy and Intelligently Managing Modern Power Systems

Lenos Hadjidemetriou, Ph.D.
Research Lecturer
KIOS Research and Innovation Center of Excellence
University of Cyprus

University of Sevilla, November 2022

KIOS Co-E - Power and Energy Group

- Research Infrastructure – Smart building testbed

www.kios.ucy.ac.cy

A. Robust and Multi-Functional Inverters

Introduction – Grid tied inverter controller (Synchronization)

Synchronization is responsible to inject produced RES power into the grid in a synchronized way

1. Transformations: Express the voltage from abc-frame to aβ-frame and dq-frame

- abc-frame → aβ-frame (Clarke transformation)
- aβ-frame: a cartesian stationary frame with α-axis inline with a-axis and β-axis vertical with α-axis

abc-frame → aβ-frame

$$v_{a\beta} = [v_{\alpha} \ v_{\beta}]^T = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} v_{abc}$$

where:

$$v_{a\beta} = \begin{bmatrix} v_{\alpha} \\ v_{\beta} \end{bmatrix}, v_{abc} = \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix}, |v_{a\beta}| = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} |v_{abc}|, |v_{a\beta}| = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} |v_{abc}|$$

www.kios.ucy.ac.cy

A. Robust and Multi-Functional Inverters

Solution 3a: Diversify the PV inverter role to provide new services

- A new inverter is developed with advanced and multi-functional capabilities:
 - On purpose injection of asymmetric or harmonic currents by the new inverter

Inverter injects symmetric current

Inverter injects asymmetric current

www.kios.ucy.ac.cy

B. Intelligent Energy Storage Solutions

Introduction

- Within the EMPOWER, WiseStorage and ENHANCE projects, novel flexible storage solutions have been developed for advancing the grid integration of RES
- A holistic multi-level control framework is developed for the intelligent operation of ESS
- A universal system architecture to integrate intelligent management-control algorithms
- Development of 3 different storage pilots for validation/demonstration in real-life conditions

EMPOWER
WiseStorage
ENHANCE

www.kios.ucy.ac.cy

Conclusions

- Challenges of modern power systems have been discussed in this presentations
- Developed solutions for advancing the grid integration of renewable energy and the operational capabilities of modern power systems have also been presented considering four main axis:
 - Part A: Robust and multi-functional inverters
 - Part B: Intelligent energy storage solutions
 - Part C: Active distribution grids
 - Part D: Wide area monitoring and control for modern transmission grids
- Significant benefits can be achieved by introducing such Intelligent and non-wire solutions in modern power systems to enable the green and digital transition of the energy infrastructure

www.kios.ucy.ac.cy



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



Doctorado Interuniversitario Sistemas de Energía Eléctrica






Apertura del Curso Académico

Dra. Inmaculada Zamora Belver
Universidad del País Vasco

Investigar en Ingeniería Eléctrica. Movilidad eléctrica sostenible.

Jueves 1 de diciembre de 2022 a las 12:00 horas
Sala de reuniones Juan Larrañeta de la ETS de Ingeniería de la Universidad de Sevilla

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



PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO



Cátedra Endesa Red
de la Universidad de Sevilla



Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
Centro de Excelencia Corvera, otorgado por el Ministerio
de Ciencia e Innovación y del CDTI, bajo el expediente CER20191019.

El pasado 1 de diciembre de 2022 la **Dra. Inmaculada Zamora Belver**, Catedrática de Universidad del País Vasco, impartió el Seminario titulado “Investigar en Ingeniería Eléctrica. Movilidad Eléctrica Sostenible”



De izquierda a derecha: D. Álvaro Luna, profesor de la UPC; D. Pablo Eguía, profesor UPV-EHU; D. José Antonio Aguado, profesor de la UMA; D^a. Inmaculada Zamora, profesora de la UPV-EHU y D. José María Maza, coordinador del programa de Doctorado Interuniversitario en Sistemas de Energía Eléctrica y profesor de la US.

Seminarios Docentes Impartidos

- ❑ **Dr. Antonio Gómez Expósito.**
 - ❑ **Conferencias Distinguidas 2021 del Solar Energy Research Center (SERC).**
“La Energía Solar en el Sistema Eléctrico Español hacia el 2050”
 - ❑ **Ciclo de Conferencias Intercadémicas: Energía y Medio Ambiente.**
“Energía sin fuego”
 - ❑ **Casa de la Ciencia de Sevilla.**
Coloquio “Desafíos del Cambio Climático”
 - ❑ **Curso International Scholl on Light Sicences and Technologies UIMP.**
“Solar Energy in Electrical Systems: The Spanish case 2050”
 - ❑ **Real Academia Sevillana de Ciencias.**
“Power to the People”
 - ❑ **Cluster Energías Renovables de Aragón.**
“Principales Interrogantes de la Transición Energética”



SERC CHILE
SOLAR ENERGY RESEARCH CENTER

TALCA
UNIVERSIDAD
CHILE

UNIVERSIDAD DE CHILE

Online Meetings

OF THE WORLDWIDE ENERGY NETWORK - DISTINGUISHED LECTURES PROGRAM OF SERC

La Energía Solar en el Sistema Eléctrico Español hacia el 2050

ANTONIO GÓMEZ EXPÓSITO
UNIVERSIDAD DE SEVILLA, ESPAÑA
EXPOSITOR

11 DE ENERO
09:25 HRS.

VÍA   **LIVE**

INSCRIPCIONES

CENTRO TECNOLÓGICO DE CONVERSION DE ENERGÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE TALCA

MacroFacultad
Ingeniería - Chile

Advanced Center
for Electrical and Electronic Engineering

pels
IEEE POWER ELECTRONICS SOCIETY
Powering a Sustainable Future
Chile Section Chapter

Fraunhofer
CHILE

ACESOL
ASOCIACIÓN CHILENA DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA SOLAR

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Colaboración de Chile

25 años

D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla impartió el pasado 11 de enero de 2022 el webinar titulado “La Energía solar en el Sistema Eléctrico Español hacia el 2050”.

CICLO DE CONFERENCIAS INTERACADÉMICAS

“Energía y medio ambiente”



Organiza: Instituto de Academias de Andalucía

Sesión 1:

- **Antonio Gómez Expósito**, Real Academia Sevillana de Ciencias: “Energía sin fuego”
- **Ángel Delgado Mora**, Academia de Ciencias Matemáticas, Físicoquímicas y Naturales de Granada: “Sí, también se puede obtener energía del agua. Métodos capacitivos”

Modera:
José Luís de Justo Alpañés. Presidente de la Real Academia Sevillana de Ciencias




Fecha y hora: día 18 de mayo (miércoles); a las 18:00 h.

SÓLO A TRAVÉS DE INTERNET

<https://eu.bbcolab.com/collab/ui/session/guest/01c30f67aeb54ad5ba9dcca5d4201e3a>

D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla intervino el pasado 18 de mayo de 2022 en el ciclo de Conferencias Interacadémicas “Energía y Medio Ambiente”


oductor multimedia

Contenido


- **Energías fósiles: combustión**
 - Tecnologías
 - Ventajas / inconvenientes
- **Energías renovables: electricidad**
 - Tecnologías
 - Ventajas / inconvenientes
- **¿Sistema energético 100% renovable?**
 - Sistema eléctrico y transporte ligero
 - Consumos no electrificables

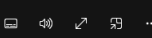
0:05:12

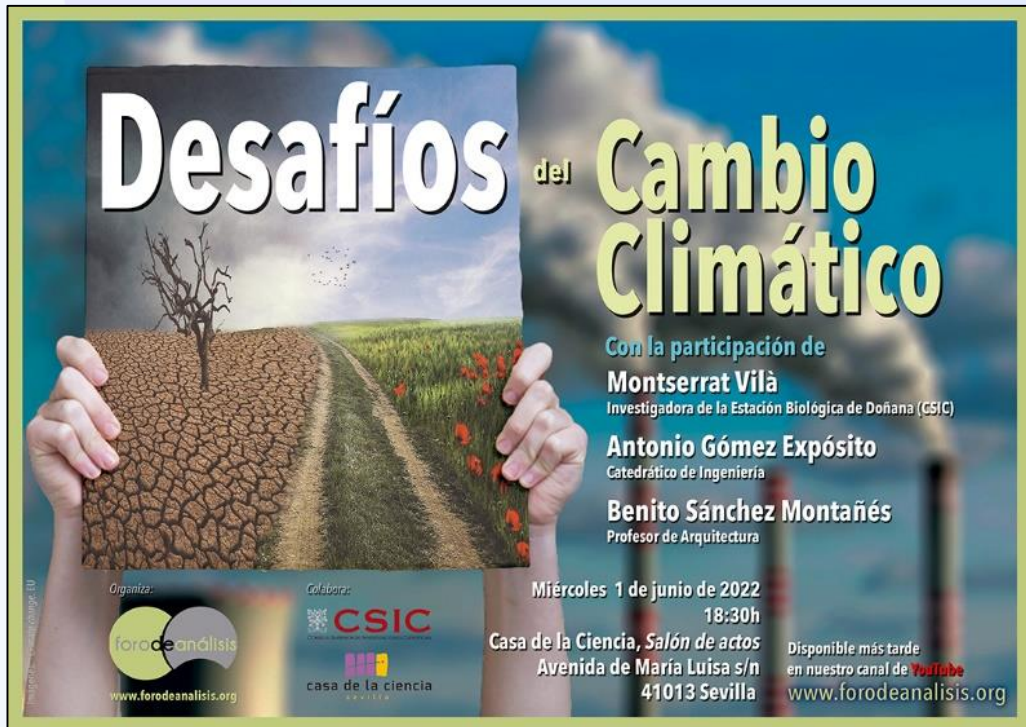
Está compartiendo todo su pantalla. [Cerrar de pantalla](#)

2:02:46

collab-recording


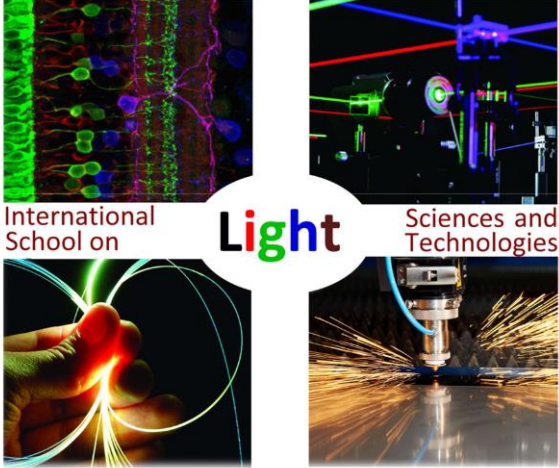






D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla intervino el pasado 1 de junio de 2022 en la casa de la Ciencia de Sevilla el coloquio “Desafíos del Cambio Climático”.



International School on Light Sciences and Technologies

Core: Light in Energy and Advanced Fabrication

Santander 20-24 de junio de 2022
(Sala Riancho, Palacio de la Magdalena, Santander)

PROGRAM



UIMP
Universidad Internacional
Menéndez Pelayo

International School on Light Sciences and Technologies ISLIT
June 20-24, 2022, Santander, Spain



Prof. Carlos del Cañizo
Director
Solar Energy Institute,
University Politechnique
of Madrid, Spain

June 20 / 15:30 h
June 21 / 15:30
Round Table I

Photovoltaics for highly efficient energy conversion and storage

Photovoltaic Solar Energy (PV) is becoming a keystone of a decarbonized energy system, making the dream of using directly the sun radiation to produce electricity come true. In the talk, the fundamentals of photovoltaic conversion will be reviewed to better understand the technology improvements that have succeeded in making PV a scalable, cost-competitive and reliable power source. The efficiencies reached by current PV devices will be benchmarked against the theoretical limiting ones, bringing to light the challenges ahead to keep the technology progress up.

In a second part of the talk, a proposal to address the need of storage coming from the intermittent nature of the solar resource will be presented, in which the energy stored at ultrahigh temperature is converted back into electricity by thermophotovoltaic devices.



Prof. Antonio Gómez Expósito
Lead Scientist expert
in energy systems
University of Seville,
Spain

June 20 / 16:40 h
June 21 / 15:30
Round Table I

Solar Energy in the Electrical Systems: The Spanish case for 2050

After a review and analysis of the evolution of solar energy in the world, the potential of Photovoltaic (PV) energy in Spain is analysed, focusing especially on self-consumption. Finally, taking as a starting point the PNIEC (National Integrated Energy and Climate Plan 2021-2030) scenario for 2030, a hypothetical scenario for the 2050 horizon is analysed, where the gap left by the substitution of the nuclear and combined cycle power plants by solar energy, and an estimate of costs and storage needs are made to meet current demand plus that of a fully electrified light vehicle fleet.



Prof. Carlos del Cañizo is full professor at UPM, active in photovoltaics since 1994. He is Director of the Instituto de Energía Solar, an R&D center belonging to the UPM founded in 1979. He has lengthy experience in the manufacturing and characterization of solar cells, and also in the field of silicon refinement. He has participated in around 50 R&D projects, published more than 60 papers, presented more than 110 contributions in conferences, and contributed to 5 patents. He has been visiting scientist at MIT and Harvard Real Colegio Complutense in the academic year 2014-2015. He is co-founder of the spin-off company Thermophoton, created in 2021 to develop a novel technology for energy storage.



Prof. Antonio Gómez Expósito, is the Endesa Chair Professor at the Department of Electrical Engineering, University of Seville, Spain, which he chaired for twelve years. He has coauthored over 350 publications, including a dozen textbooks and monographs about Circuit Theory and Power System Analysis. He is a Fellow of the IEEE and past editor of IEEE Transactions on Power Systems. Currently, he serves as Vice Editor-in-Chief of the Journal of Modern Power Systems and Clean Energy. He has received many recognitions, such as the IEEE/PES Outstanding Power Engineering Educator Award (2019), the Golden Insignia granted by the Spanish Association for the Development of Electrical Engineering (2013) and the Research and Technology Transfer Award, granted by the Government of Andalusia (2011). In 2013 he was elected a member of the Royal Sevillian Academy of Sciences, and became engaged with the Board of Managers of the Spanish TSO (REE) since 2018 to 2020.

June 21/15:30 h / Round Table I:

Light on Energy: Challenges to face

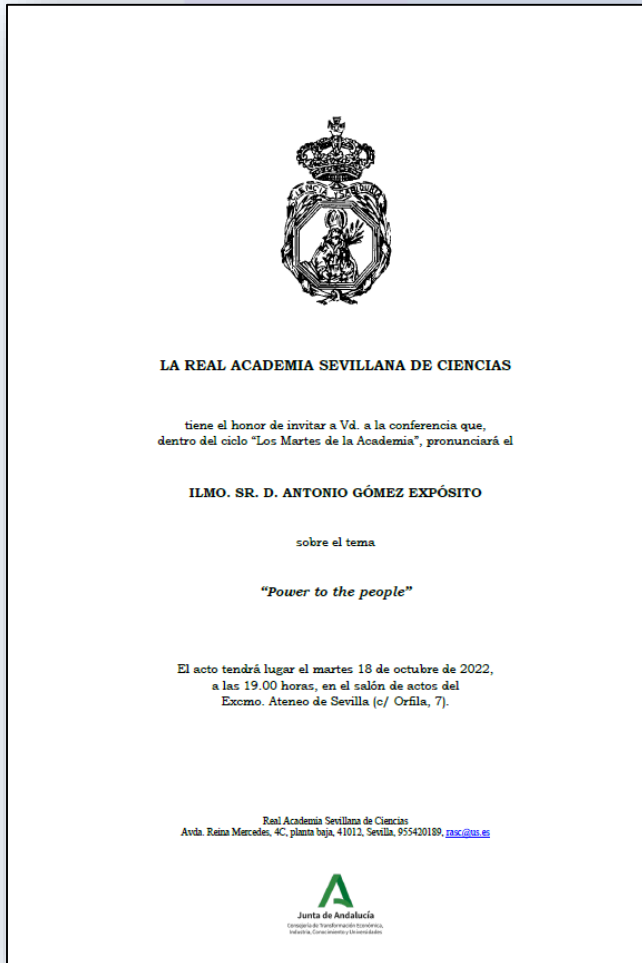






D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla, impartió el seminario titulado "Solar energy in electrical systems: the Spanish case 2050" y participó en la mesa redonda "Light on Energy Callenges" en el curso "International School on Light Sciences and Technologies" en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, Junio de 2022.

Las energías renovables, en particular la energía solar, se están erigiendo como las principales protagonistas de la transición energética, junto a otros instrumentos que tendrán que desplegarse para compensar su falta de gestionabilidad y flexibilidad, tales como el almacenamiento masivo y la denominada "economía del hidrógeno". Una de las principales características distintivas de la energía solar, particularmente la fotovoltaica, es su modularidad, que hace técnicamente factible y económicamente atractivo el desarrollo de plantas de cualquier tamaño, desde 1kW para una bomba de riego hasta 1.500 MW en los desiertos de China. Este hecho, absolutamente novedoso en el mundo de la energía eléctrica, donde el 99% proviene de grandes plantas centralizadas, está dando lugar a una situación en la que el consumidor, por primera vez en la historia, puede ser a la vez autoprodutor (o autoconsumidor, si se prefiere). Esto implicará una auténtica revolución en el sector eléctrico, que ya empieza a notarse en algunos países, tanto ricos como en vías de desarrollo. En esta charla se analizará el estado actual y potencial del autoconsumo, así como los diversos esquemas regulatorios que están surgiendo para facilitar el despliegue de esta singular figura, tales como el autoconsumo compartido y las comunidades energéticas locales.



D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla, impartió la conferencia titulada “Power to he People” dentro del ciclo “Los Martes del la Academia” en el salón de actos del Excmo. Ateneo de Sevilla.



NOCHE DE LA ENERGÍA

Noche de la Energía

24 de noviembre de 2022 · 18:00h
Restaurante AURA · Av. de José Atarés, 7, Zaragoza

Programa

18:00 h. **Bienvenida socios – Invitados**

18:15 h. “Cómo despertar la energía en nuestros equipos”

Ana Hernández Serena

Directora de personas en Inycom. Socia de AV Asesores Estrategia e Innovación. Socia de Grupo 3S Talento e Innovación.



18:30 h. **Coloquio**
“Mercados, transición energética y seguridad del suministro”



José María Yusta
 Profesor titular de la Universidad de Zaragoza. Experto en mercados energéticos e infraestructuras críticas.
Moderador



Antonio Gómez Expósito
 Catedrático de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de la Universidad de Sevilla.
Principales interrogantes de la transición energética



Marcelo Masera
 Exdirector de Unidad de Joint Research Centre (JRC) Comisión Europea.
La Resiliencia del sistema eléctrico: cómo prepararse para las contingencias negativas



Jesús Mannel Gil Jiménez
 Director de Infraestructuras de Hidrógeno de Enagas.
Contribución de las infraestructuras gasistas a la transición energética y el futuro de los gases renovables

D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla, pronunció la ponencia “Principales interrogantes de la transición energética”, en la mesa redonda "Mercados, transición energética y seguridad del suministro" organizada por el Cluster de Energías Renovables de Aragón (CLENAR) en la Noche de la Energía, Zaragoza, Noviembre de 2022.



Exposición

☐ Exposición Ingeniería y ENDESA

La Fundación Endesa cede su patrimonio histórico de elementos tecnológicos a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla



De izq. a drcha., el director general de Endesa Andalucía, Extremadura, Ceuta y Melilla, Rafael Sánchez, director de la ETSI, Francisco Rodríguez, y el director general de la Fundación Endesa, Javier Blanco.

La Fundación Endesa cede a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, ETSI, una colección de elementos tecnológicos de su Fondo Histórico que ilustran la evolución del sector eléctrico en el último siglo.

El convenio suscrito entre el director de la ETSI, Francisco Rodríguez, el director general de Endesa Andalucía, Extremadura, Ceuta y Melilla, Rafael Sánchez y el director general de la Fundación Endesa, Javier Blanco, permitirá a la comunidad educativa de la Escuela disponer de una exposición durante tres años de un alto valor cultural y didáctico que contribuirá a la formación de los futuros profesionales.

Este espacio expositivo estará conformado por aparatos, dispositivos y componentes correspondientes a actividades de generación, distribución, control y medida, conservados por la compañía a través los años, 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.

Con este convenio, se preserva del mismo modo el patrimonio histórico industrial y el conocimiento de este entre los estudiantes y el público que acuda a estas inmediaciones.





Este espacio expositivo contará con una muestra formada por piezas del Fondo Histórico de la compañía y propone un recorrido por más de un siglo de luz a través de aparatos, dispositivos y componentes procedentes de actividades de generación, distribución, control y medida.

Enlaces a los distintos elementos que componen la exposición:

• [Evolución de las telecomunicaciones en Endesa](#)

- [60's](#)
- [70's](#)
- [80's](#)
- [Los 90's y La Barrera del Milenio](#)
- [El Siglo XXI](#)

• [Centralita de Telefonía](#)

• [Elementos de los 60's](#)

• [Elementos de los 80's](#)

• [¡Andújar, póngame con puente nuevo!](#)

• [Maleta viajes con 4 equipos de pruebas](#)

• [El primer enlace por microondas](#)

• [Montaje intemperie alta frecuencia en línea A.T.](#)

• [El pasado se enlaza con el presente](#)

• [La estrella de Málaga](#)

• [Radiotelefonía móvil para las averías en baja y media tensión](#)

• [Otros elementos e instrumentos \(Expo'92\)](#)

• [Teclado \[marca\] Aydin](#)

• [Code Switch](#)

• [La década de las tarjetas](#)

• [Tarjeta de memoria equipo SELF32](#)

• [Esquema de oficina típica](#)

• [La modernidad](#)

• [Torre de Telecomunicaciones con antenas varias](#)

• [Cobertura regional del 99,9%](#)

• [Política de prevención de riesgos laborales de Endesa para España y Portugal.](#)

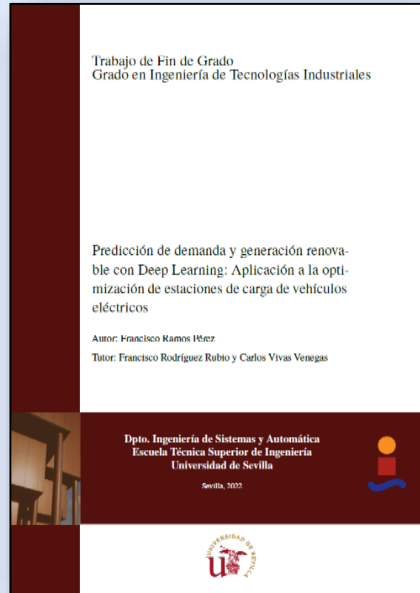
Premio Trabajo Fin de Grado 2022

D. Francisco Ramos Pérez

Título: Predicción de Demanda y Generación Renovable con Deep Learning: Aplicación a la Optimización de estaciones de Carga de Vehículos Eléctricos.

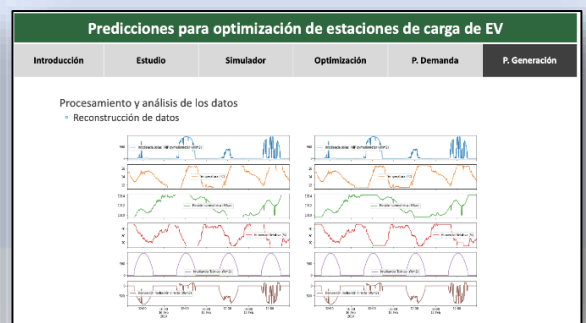
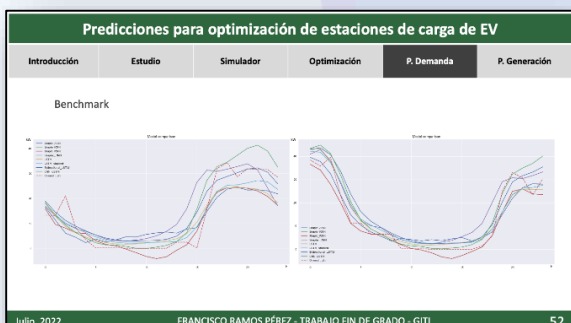
Tutores: Dr. Francisco Rodríguez Pérez
Dr. Carlos Vivas Venegas

“Predicción de Demanda y Generación Renovable con Deep Learning: Aplicación a la Optimización de estaciones de Carga de Vehículos Eléctricos”



Los vehículos eléctricos se están popularizando y son claves para el transporte del futuro debido a su contribución en la reducción de las emisiones de carbono. Uno de los desafíos clave es el soporte que tendrá que dar la infraestructura de la red a todas las estaciones de carga de vehículos eléctricos que se están implantando a gran escala. La solución pasa por la utilización de algoritmos de planificación inteligentes para gestionar la creciente demanda de carga. El uso de técnicas basadas en datos y de *machine learning* para aprender el comportamiento de la carga de vehículos eléctricos y de la generación fotovoltaica pueden servir para mejorar estos algoritmos de planificación. Por tanto, en este Trabajo de Fin de Grado se propone un simulador de una estación y un algoritmo de planificación dinámica de la demanda de carga de la estación. Este algoritmo hace uso de predicciones de la demanda y de la producción fotovoltaica generadas por modelos de redes neuronales. Estos modelos secuenciales han sido entrenados con datos obtenidos de una base de datos pública en el caso de la demanda y de una planta fotovoltaica real en el caso de la producción.

En predicción de la demanda, el modelo que ha obtenido mejores resultados ha sido el modelo con redes LSTM con una ventana temporal de 4 días, obteniendo un MAE de 4.41 kW y un RMSE de 4.10 kW sobre los datos de testeo. En la predicción de la generación, el mejor modelo ha resultado ser el modelo de redes CNN+LSTM con una ventana temporal de 1 día, obteniendo un MAE de 55.60 kW y un RMSE de 104.61 kW sobre los datos de testeo.



Premio Trabajo Fin de Máster 2022

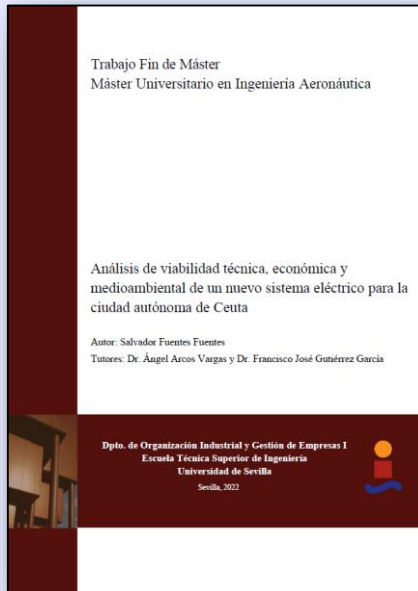
D. Salvador Fuentes Fuentes

Título: Análisis de Viabilidad Técnica, Económica y Medioambiental de un Nuevo Sistema Eléctrico para la Ciudad Autónoma de Ceuta.

Tutores: Dr. Ángel Arcos Vargas

Dr. Francisco José Gutiérrez García

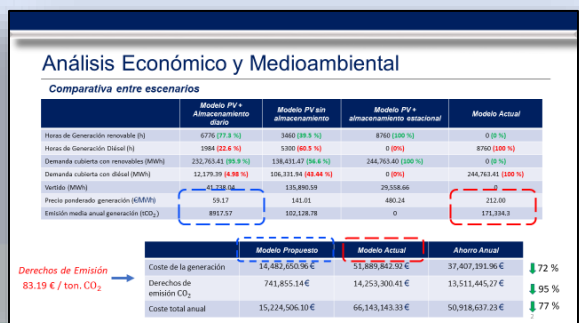
“Análisis de Viabilidad Técnica, Económica y Medioambiental de un Nuevo Sistema Eléctrico para la Ciudad Autónoma de Ceuta”



Los actuales modelos de generación en las regiones aisladas se caracterizan por su pequeño tamaño y una red de infraestructuras eléctricas débil que hace que estos sistemas sean menos estables y seguros que los grandes sistemas interconectados en los que es posible garantizar el suministro ante picos de demanda. Adicionalmente, la fuerte dependencia de estos sistemas de los combustibles fósiles obstaculiza la descarbonización y aumenta el impacto medioambiental. Es necesario transicionar hacia modelos que garanticen el suministro, la seguridad del sistema y la integración de energías renovables evolucionando hacia un nuevo modelo energético más eficiente y sostenible, basado en las energías renovables y afrontando así los retos planteados en el llamado trilema energético para garantizar el acceso universal a la energía, así como la seguridad y sostenibilidad del suministro.

Este proyecto presenta un modelo de ciudad autoabastecida energéticamente libre de emisiones considerando sistemas solares fotovoltaicos instalados en los techos de los edificios y en zonas libres de la ciudad, combinados con un sistema de almacenamiento energético para la ciudad de Ceuta. Se realiza el balance energético horario durante todos los días del año a partir de la evaluación del potencial de generación energética y la estimación de la demanda, considerando el impacto de la potencial electrificación del parque de vehículos.

El presente trabajo demuestra que un modelo de reducidas emisiones, seguro y a un coste asumible es posible, a partir de la aplicación de una metodología aplicable a cualquier región, y que abre nuevas líneas de investigación hacia futuros sistemas de almacenamiento que permitan alcanzar la total descarbonización en estas regiones, a un precio de la energía competitivo y asequible.

Análisis Económico y Medioambiental

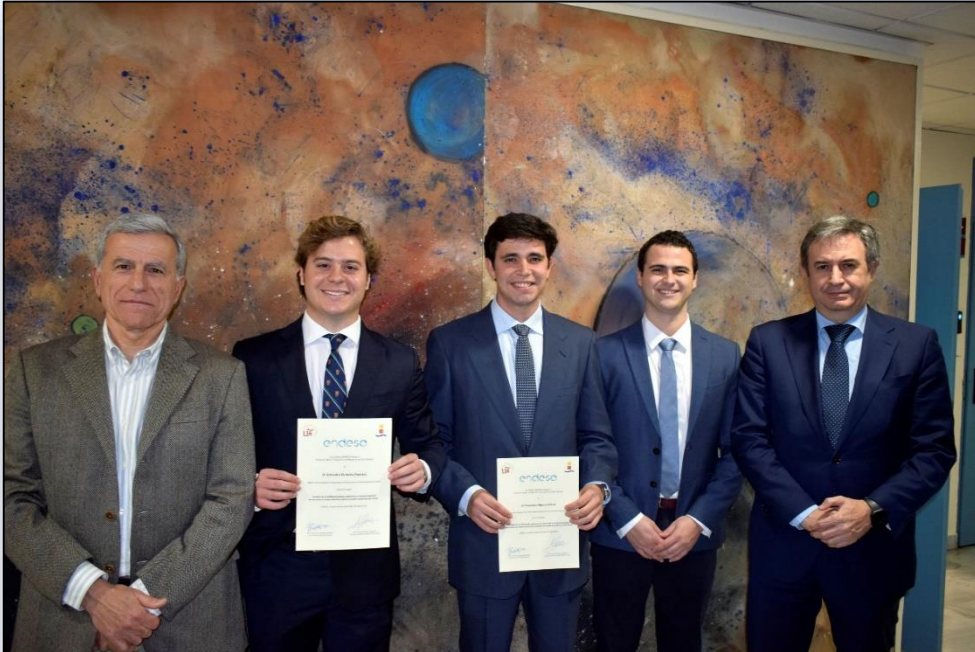
Comparativa entre escenarios

| | Modelo PV + Almacenamiento diurno | Modelo PV en almacenamiento estacional | Modelo Actual |
|--|-----------------------------------|--|--------------------|
| Horas de Generación renovable (h) | 3776 (17.2 %) | 3400 (15.5 %) | 3760 (100 %) |
| Horas de Generación Diésel (h) | 1984 (32.4 %) | 5300 (90.5 %) | 8760 (100 %) |
| Demanda cubierta con renovables (MWh) | 232,763.41 (95.9 %) | 138,431.47 (54.4 %) | 244,763.40 (100 %) |
| Demanda cubierta con diésel (MWh) | 12,179.39 (4.08 %) | 106,331.94 (48.44 %) | 0 (0 %) |
| Vertido (MWh) | 4,128.04 | 135,899.59 | 29,588.66 |
| Precio penalizado generación (€/MWh) | 53.37 | 141.01 | 480.24 |
| Emisión media anual generación (tCO2e) | 8917.97 | 102,128.78 | 0 |

| | Modelo Propuesto | Modelo Actual | Ahorro Anual |
|-------------------------|------------------|-----------------|------------------------|
| Coste de la generación | 14,482,650.96 € | 51,889,842.92 € | 37,407,191.96 € ↓ 72 % |
| Derechos de emisión CO2 | 741,855.14 € | 14,253,300.41 € | 13,511,445.27 € ↓ 95 % |
| Coste total anual | 15,224,506.10 € | 66,143,143.33 € | 50,918,637.23 € ↓ 77 % |

Derechos de Emisión: 83.19 €/ton.CO2

“Fotos de la Entrega de Premios Cátedra Endesa Curso Académico 2021/2022”



De izquierda a derecha: D. Antonio Gómez Expósito, Director de la Cátedra Endesa de la Universidad de Sevilla; D. Salvador Fuentes Fuentes, Premio Cátedra Endesa al mejor Trabajo Fin de Máster; D. Francisco Ramos Pérez, Premio Cátedra Endesa al mejor Trabajo Fin de Grado; D. Francisco José Gutiérrez García, Tutor del premiado de Máster y D. Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía y Extremadura.



El 9 de marzo de 2023 D. Rafael Sánchez Durán entregó los premios en representación de Endesa en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla.

Tesis Doctorales

□ Dr. Francisco José Gutiérrez García

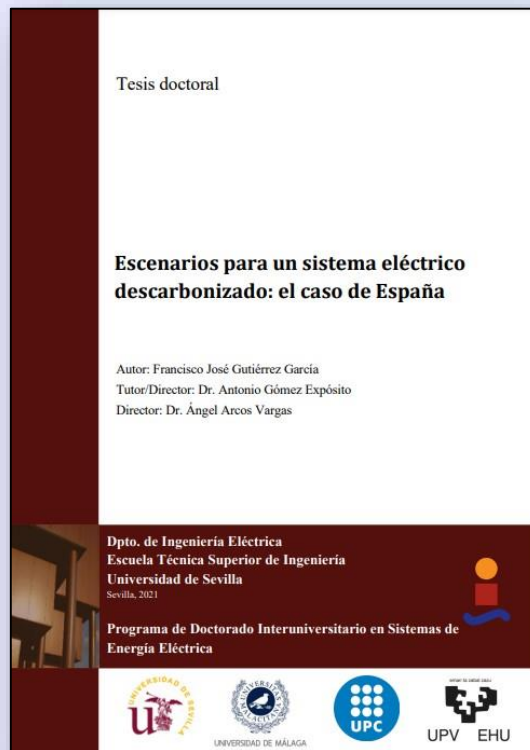
Tesis Doctorales

Dr. Francisco José Gutiérrez García

Título Tesis: “Escenarios para un Sistema Eléctrico Descarbonizado: el Caso de España.”

Directores: Dr. Ángel Arcos Vargas y
Dr. Antonio Gómez Expósito

17/01/2022



El pasado 17 de enero de 2022 el doctorando **Francisco José Gutiérrez García** obtuvo el título de Doctor por las Universidades de Sevilla, Málaga, Politécnica de Cataluña y País Vasco, con una calificación de Sobresaliente, al haber defendido públicamente su tesis doctoral titulada “*Escenarios para un sistema eléctrico descarbonizado: el caso de España*”. La dirección de esta tesis fue realizada bajo la dirección del Dr. Ángel Arcos Vargas y del Dr. Antonio Gómez Expósito.

Resumen: Una de las principales consecuencias de la economía moderna es el calentamiento global, especialmente producido por actividades relacionadas con el transporte y la energía. Este problema se ha intensificado durante las últimas décadas y las repercusiones ambientales derivadas del mismo están en su máximo exponente, afectando sensiblemente a las condiciones meteorológicas del planeta. Bajo este contexto medioambiental, el marco energético mundial está dirigido hacia una inminente transformación energética motivada por el continuo desarrollo de las energías renovables y enfocada a la imperiosa necesidad de reducción de emisiones de CO₂, principalmente procedentes de la producción eléctrica. En la literatura, muchos modelos de sistemas eléctricos sostenibles son propuestos y analizados por diferentes instituciones, empresas e investigadores, ofreciendo una amplia diversidad de estudios asociados a este problema. Estas evaluaciones ofrecen una gran variedad de enfoques, como pueden ser estimaciones y dimensionado de hojas de rutas para la transición efectiva hacia nuevos sistemas de producción eléctrica, análisis de viabilidad técnica y económica, impacto medioambiental y socioeconómico de la integración de las tecnologías renovables, etc. La presente tesis tiene como objetivo analizar el potencial renovable de España para definir un nuevo sistema eléctrico sostenible, que permita desarrollar óptimamente la transición energética hacia un futuro limpio y descarbonizado, competitivo en costes frente al sistema actual.

Para llevar a cabo esta evaluación, se realiza, en primer lugar, el análisis del potencial renovable de un municipio y se desarrolla un modelo horario de producción sostenible que permita satisfacer las necesidades de demanda. Se analiza la viabilidad técnica del modelo propuesto, en cuestión de potencia instalada y generación eléctrica, y la viabilidad económica, referente a los valores del coste equivalente de la energía, conocido como LCOE (Levelized Cost of Energy). Este nuevo sistema energético estará compuesto principalmente por el despliegue masivo de instalaciones fotovoltaicas y por la introducción de un sistema de almacenamiento complementario que permita gestionar la producción eléctrica para adaptarla a las necesidades de consumo, a las que se les agrega aquellas derivadas de la integración del vehículo eléctrico en la localidad. En particular, la aplicación práctica de este análisis se realiza sobre el caso de estudio de la ciudad de Sevilla. Tras la definición de un modelo de sistema eléctrico renovable para un único municipio, el siguiente paso es la generalización de este análisis para todas las localidades de la parte peninsular de España. Adicionalmente, se realiza la aplicación del modelo a todo el tejido peninsular como un único sistema eléctrico sobre el que se desarrollará el análisis técnico y económico del sistema de producción propuesto. El análisis realizado sobre el sistema eléctrico español se particulariza para unos perfiles de producción y demanda determinados y correspondientes a un único año. El dimensionado de este nuevo sistema no asegura el cumplimiento de los requerimientos energéticos asociados a cualquier otro periodo de tiempo, por lo que se lleva a cabo la evaluación de las condiciones particulares de todos los años de la última década. Además, se define el escenario teórico más desfavorable compuesto por los perfiles de producción con un menor aprovechamiento de la potencia desplegada y los perfiles de consumos con una carga energética mayor. La aplicación del modelo a todos los años definidos permite estimar los valores del LCOE resultante del sistema renovable propuesto en cada caso. Además, al considerar el caso del escenario más desfavorable se define un sistema eléctrico resiliente y robusto capaz de satisfacer todas las necesidades del sistema español. Finalmente, se lleva a cabo un análisis de los resultados obtenidos para todos los escenarios evaluados y se definen una serie de variables que permitan ejecutar un análisis de sensibilidad del LCOE frente a las mismas. El modelo propuesto y su aplicación al caso de estudio de la parte peninsular de España ofrece unos resultados muy interesantes respecto a los valores del LCOE conseguidos y estima la potencia instalada necesaria para poder llevar a cabo una transición energética hacia un sistema de producción de energía eléctrica sostenible.

Proyectos y Transferencia Tecnológica

- ❑ Predicción del consumo horario de electricidad en el PCT Cartuja.
- ❑ Integral Development of Electrical Network Twins with Innovative Computation and Algorithms (IDENTICAL).
- ❑ Estimación de Estado para el Mínimo Producto Viable de Monitorización de Redes.
- ❑ Proyecto “Análisis de Capacidad de Transporte Dinámica (DLR) para Líneas Aéreas.

Este proyecto se está desarrollando en tres fases:

- Descripción de algoritmos para la predicción de la demanda.
- Aplicación de los algoritmos para la predicción de la demanda
- Aplicación de los algoritmos para la predicción de la demanda a los Centro de transformación de la Cartuja.

En esta anualidad se ha acabado la fase uno y dos, quedando por desarrollar la fase tres que se desarrollará en la siguiente anualidad.

Una vez analizado los trabajos previos relativos a la predicción de la demanda desagregada, se ha estimado conveniente desarrollar los siguientes modelos predictivos.

- TÉCNICAS ESTADÍSTICAS
 - Modelos ARIMA
 - Modelo GARCH
- TÉCNICAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO
 - Algoritmo PSF
 - Algoritmo GPR
 - Algoritmo GBRT
 - Algoritmo SVM
- TÉCNICAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO (DEEP LEARNING)
 - CNN-BiLSTM

Estos modelos predictivos han sido aplicados a diferentes Centros de Transformación de Málaga obteniendo los siguientes resultados que se muestran En las siguientes Figuras.

En estas figuras se presentan la media mensual del error medio ponderado, así como la desviación estándar para cada una de las alternativas analizadas en los tres últimos meses del año, dado que la serie temporal utilizada abarcaba un año y se ha dejado los 9 primeros meses para obtener el modelo y validarlo.

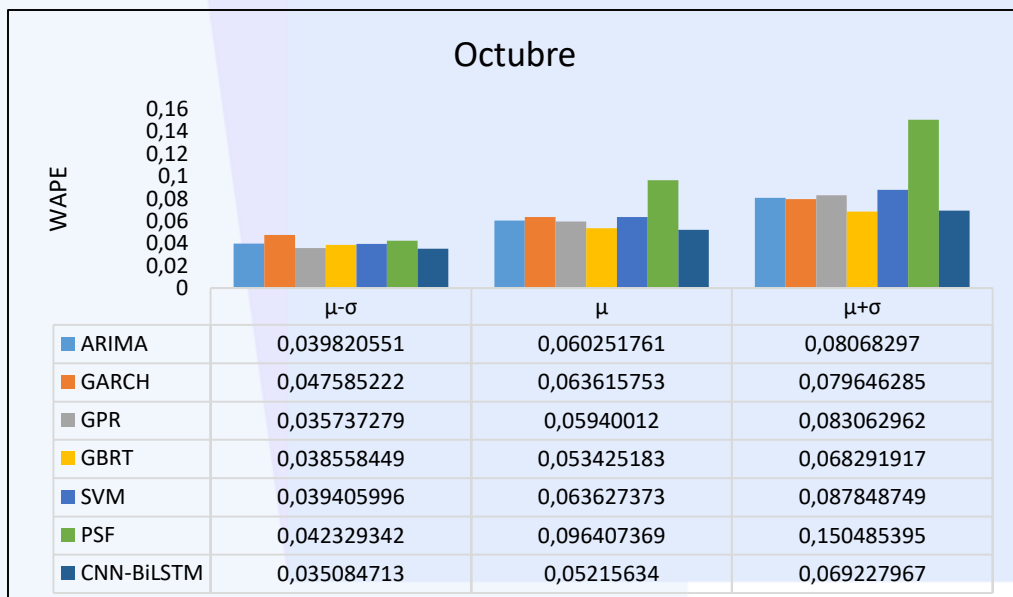


Figura 1: Comparativa métodos octubre

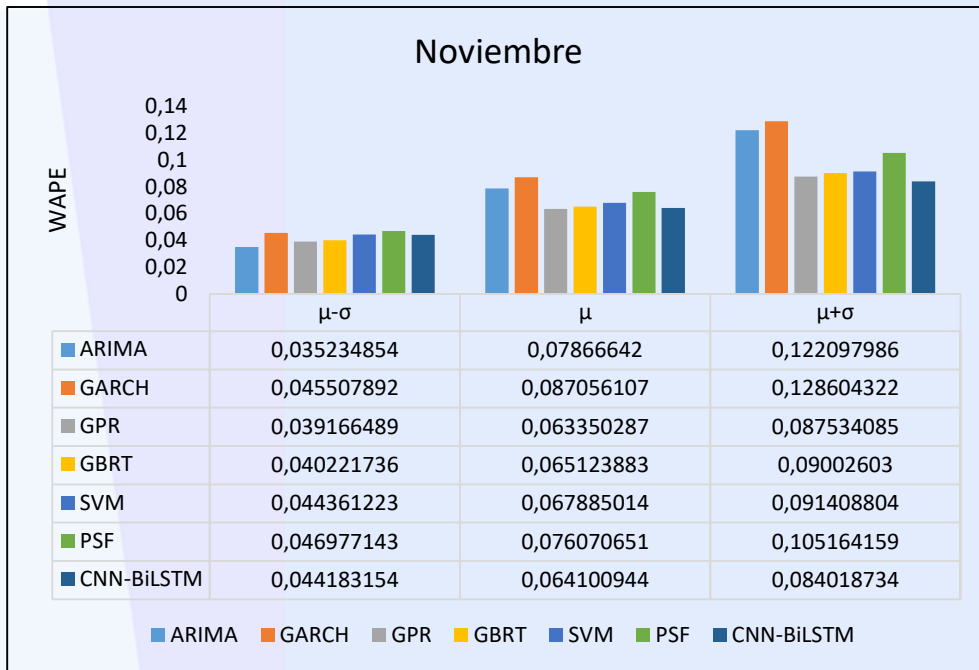


Figura 2: Comparativa métodos noviembre

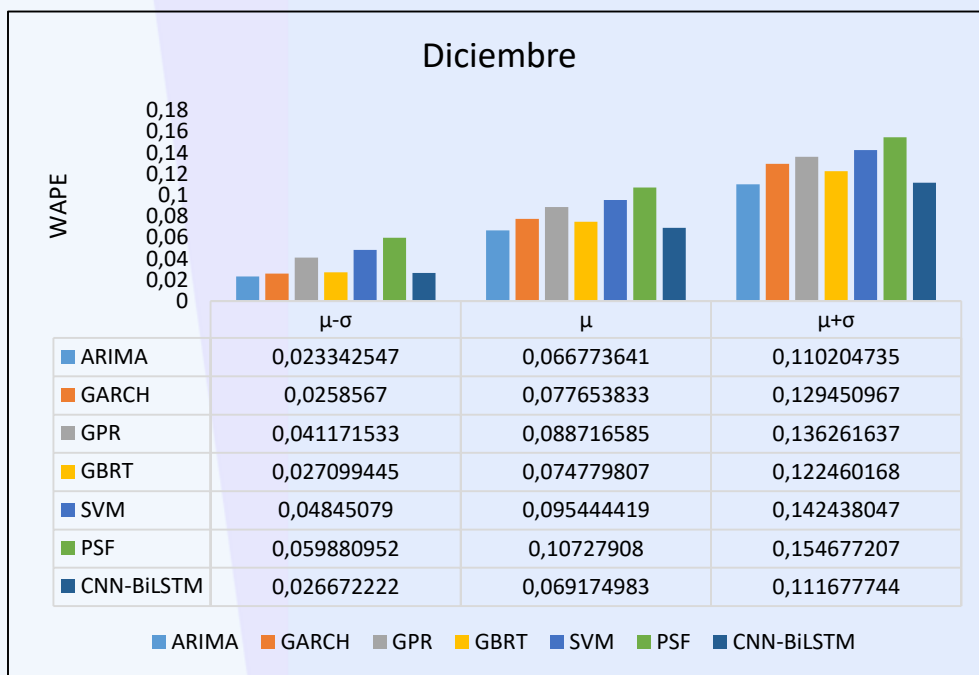


Figura 3: Comparativa métodos diciembre

A la vista de los resultados obtenidos se observa que , CNN-BiLSTM resultó ser la estrategia más efectiva durante el mes de octubre (0.05215634 0.01707163). Por otro lado, GPR mostró el mejor desempeño en el mes de noviembre (0.06335029 0.0241838). En el mes de diciembre destacó ARIMA (0.06677364 0.04343109).

En conjunto, la estrategia CNN-BiLSTM alcanzó los mejores resultados para la media del conjunto de meses analizados (0.06181076 0.02649739), aun siendo considerablemente cercanas el comportamiento del resto de estrategias.

Integrantes del proyecto: Ormazabal, Ingelectus, AICIA

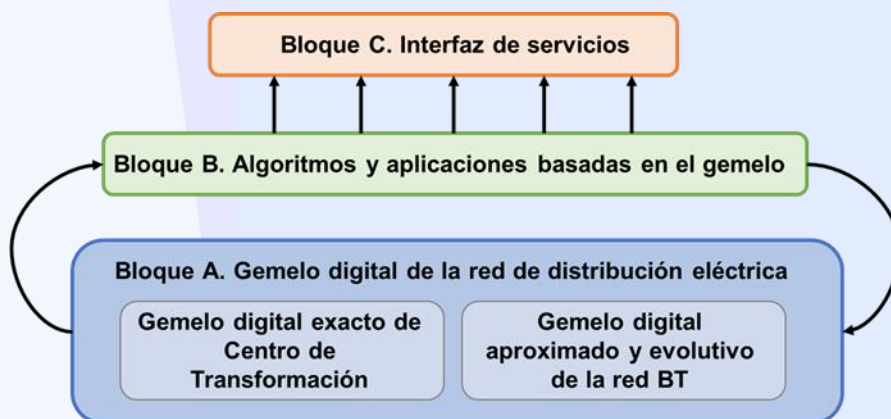
Las redes de distribución eléctrica han sido motivo de estudio y análisis durante los últimos años debido a la gran importancia que suponen para la transición energética. Durante estos años, se han investigado y resuelto numerosos problemas técnicos a los que éstas se enfrentan y, además, se han testado multitud de nuevas tecnologías. Sin embargo, todo esto se ha realizado en entornos ideales conocidos como living-labs.

La realidad es que, en la práctica, un porcentaje muy elevado de las redes de Baja Tensión y de redes Media Tensión tienen unas condiciones muy alejadas de estos living-labs. Estas condiciones implican un déficit significativo de información topológica de la red de Baja Tensión y de medidas procedentes de los Smart Meters. Esto último contrasta con el elevado porcentaje de sensorización que está experimentando el Centro de Transformación.

El proyecto IDENTICAL busca cambiar el enfoque con el que, hasta ahora, se han considerado las herramientas de monitorización y control de las redes de distribución eléctrica para que las Smart Grids sean una realidad del presente y no un objetivo del futuro.

El principal objetivo que aborda el proyecto IDENTICAL es conseguir desarrollar un Gemelo Digital para las redes de distribución eléctrica del presente sobre el que generar herramientas que resuelvan los problemas actuales de los activos eléctricos. Este Gemelo Digital deberá estar totalmente adaptado al contexto actual de las redes, para ello se centrará en los siguientes retos tecnológicos:

- Gemelo digital del Centro de Transformación (CT) MT/BT: unir en un solo gemelo digital los aspectos eléctricos y térmicos del transformador.
- Gemelo digital aproximado y evolutivo de la red de BT: estrategias data-driven y técnicas Big Data para paliar el déficit de información en redes de Baja Tensión.
- Algoritmos y aplicaciones para transformadores basadas en el gemelo digital: diseño de propuestas de valor orientadas a la transición energética, la eficiencia en la operación y una planificación óptima.



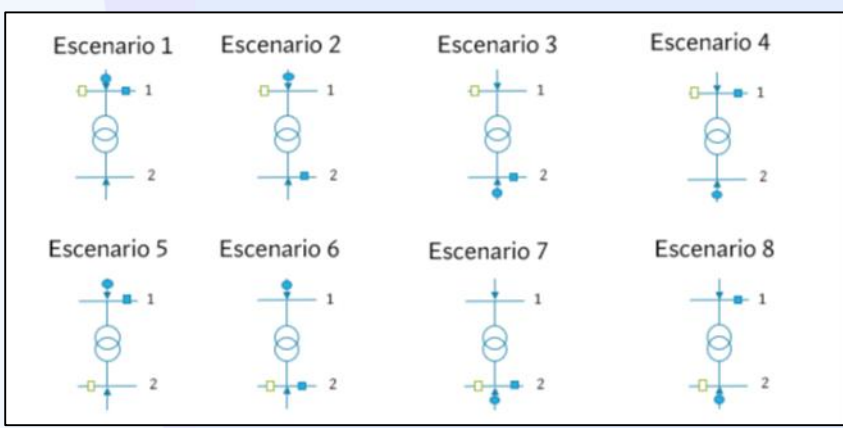
Arquitectura del proyecto IDENTICAL

Integrantes del proyecto: Ingelectus, AICIA

Este proyecto se integra en el asesoramiento desde AICIA para el diseño y desarrollo de aplicaciones en el ámbito de la Estimación de Estado encaminadas a la monitorización de redes eléctricas.

El proyecto contiene los siguientes objetivos:

- Estimación de estado aplicada a Transformadores de Potencia donde se contempla el diseño de un motor de cálculo para un Estimador de Estado Trifásico de Transformadores de Potencia. Se realiza un novedoso análisis de observabilidad en transformadores trifásicos y se generan modelos eléctricos del Transformador Trifásico de Potencia basados en banco de transformadores monofásicos.
- Cálculo eficiente del estado estimado y de su calidad estadística.
- Metodología de cálculo de parámetros de redes en Estimación de Estado. Modelos trifásicos, bifásicos y monofásicos. Se analizan los parámetros de redes en Estimación de Estado y se incluyen los procedimientos de cálculo de parámetros eléctricos de redes con incorporación de modelos singulares (monofásicos y bifásicos) en estimadores de estado trifásicos.
- Se desarrolla una metodología para la caracterización de incertidumbres en redes distribución.



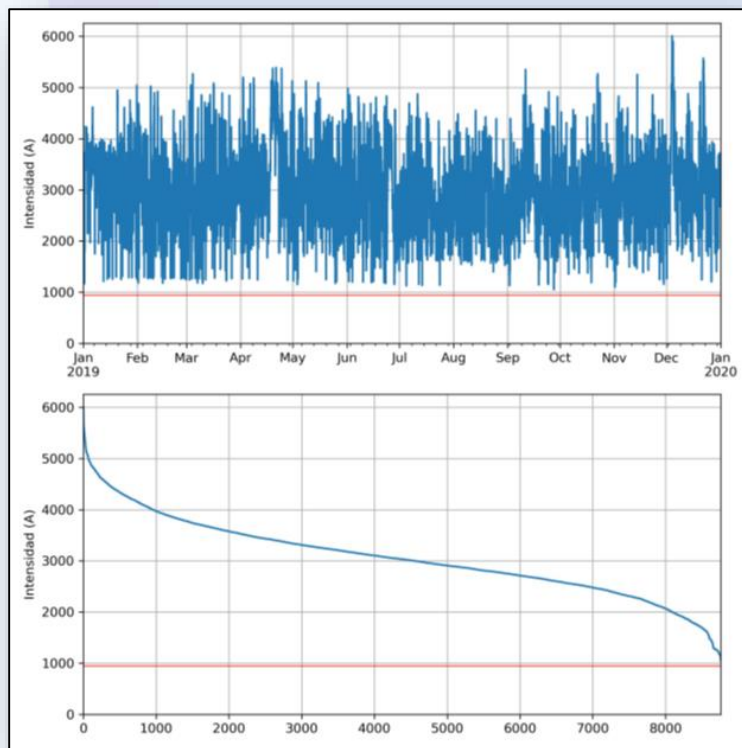
Análisis de observabilidad en transformadores trifásicos

Proyecto “Análisis de Capacidad de Transporte Dinámica (DLR) para líneas aéreas”

En este proyecto se han abordado distintos aspectos del cálculo de la capacidad de transporte dinámica (DLR) en líneas aéreas de la Endesa. Para ello, se ha estudiado tanto la viabilidad como el beneficio de implementar DLR en líneas predeterminadas usando dos metodologías: tanto una basada en datos meteorológicos públicos o de estaciones meteorológicas específicas, como otra basada en datos de inclinómetros, que además de la medida directa del estado de la línea, proporcionan medidas indirectas de las condiciones ambientales.

Este tipo de problemas requiere de la resolución de problemas térmicos, geométricos, mecánicos e incluso informáticos, para el acceso a las numerosas bases de datos, con los que acaba determinándose en cada instante la autentica capacidad de transporte de una línea, que en la mayoría de las horas del año resulta superior a las capacidades preestablecidas, necesariamente más conservadoras al no utilizar tanta información.

En la figura adjunta se muestra un perfil de intensidades máximas determinadas mediante DLR tanto ordenadas cronológicamente como ordenadas mediante una curva monótona, que en este caso evidencia el amplio margen de explotación que el DLR proporciona frente a un rating estático de 1000 amperios.



Publicaciones y En los Medios

Libros:

"Smart Grid Protection and Control", Y. Xue, Y. Zheng, A. Gómez-Expósito (editors), Printed edition of the Proceedings of the 7th Purple Mountain Forum, Springer, 884 pp., 2022

"State Estimation in Distribution Systems", A. Gómez-Expósito, E. Romero, A. de la Villa, C. Gómez, capítulo invitado en "Encyclopedia of Electrical and Electronic Power Engineering", Elsevier, 2022.

"Modelos matemáticos de epidemias víricas: el caso de la Covid19", A. Gómez-Expósito, J.A. Rosendo, M.A.G. Cagigal, capítulo invitado en "COVID19: Una aproximación multidisciplinar", Editorial Universidad de Sevilla, 2022.

Revistas:

"Identification of the phase connectivity in distribution systems through constrained least squares and confidence-based sequential assignment", M. A. G. Cagigal, J. A. Rosendo, A. Gómez-Expósito, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Vol. 143, 108445, 2022.39.

"Characterizing the Steady-State Performance of AC Lines Through a Dimensionless Universal Model", P. Cruz, A. Gómez-Expósito, J.C. del Pino, IEEE Access, vol. 10, pp. 40609-40619, 2022.

"State and parameter estimation of photovoltaic modules using unscented Kalman filters", M.A. González-Cagigal, J.A. Rosendo-Macías, A. Gómez-Expósito, Renewable Energy & Power Quality Journal, Vol. 20. pp. 126-131, 2022.

"Robustness of electricity systems with nearly 100% share of renewables: a worst-case study", F. Gutierrez, A. Arcos, A. Gómez-Expósito, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 155(2022) 111932.

"Optimal Coordinated Operation of Distributed Static Series Compensators for Wide-area Network Congestion Relief", C. Ordóñez, A. Gómez-Expósito, G. Vinasco, J.M. Maza, Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, vol. 10, no. 5, pp. 1374-1384, September 2022.

"A Holistic State Estimation Framework for Active Distribution Network with Battery Energy Storage System", S. Song, H. Wei, Y. Lin, C. Wang, A. Gómez-Expósito, Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, vol. 10, no. 3, pp. 627-636, May 2022.

"Monitoring and Tracking the Evolution of a Viral Epidemic Through Nonlinear Kalman Filtering: Application to the Covid-19 Case", A. Gómez-Expósito, J. A. Rosendo, M. A. G. Cagigal, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 26. no. 4. pp. 1441-1452, 2022.

Congresos:

Invited presentation "Multi-Level, Multi-Time Scale State Estimation for Multi-Source Distribution Systems", R. Carmona, A. Gómez-Expósito, A. de la Villa, E. Romero, in the panel session "Advanced State Estimation for Energy System Integration: Modeling, Algorithms and Applications", IEEE PES General Meeting, Denver, July 2022. Paper 22PESGM5002.

"State and Parameter Estimation of Photovoltaic Modules using Unscented Kalman Filters", M.A.G. Cagigal, J.A. Rosendo, A. Gómez-Expósito, 20th International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'22), Vigo, 27-29 julio 2022

Conferencias y seminarios (impartidos por el Director de la Cátedra): [de la mayoría no hay enlaces porque no se grabaron]

Ponencia "Grandes interrogantes de la transición energética", en la mesa redonda "Mercados, transición energética y seguridad del suministro" organizada por el Cluster de Energías Renovables de Aragón (CLENAR) en la Noche de la Energía, Zaragoza, Noviembre de 2022.

Conferencia "Power to the people", en los Martes de la Academia, Ateneo de Sevilla, Octubre 2022.

Seminario "Solar energy in electrical systems: the Spanish case ca 2050", en el curso "International School on Light Sciences and Technologies" de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, Junio de 2022.

Ponencia en la mesa redonda "Light on Energy Challenges" de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, Junio de 2022.

Seminario (3 horas) "Por qué y cómo hacer la Transición Energética?", en el curso "Experto en Energía Sostenible y Soluciones Urbanísticas para las Ciudades Resilientes e Inteligentes del Futuro" de la Universidad Europea Ulysseus, Junio de 2022.

Ponencia "Transición energética: por qué, cómo y cuándo", en la mesa redonda "Desafíos del cambio climático", organizada por Foro de Análisis, Casa de la Ciencia, Sevilla, Junio 2022.

Conferencia "Energía sin fuego", Ciclo de Conferencias Interacadémicas "Energía y Medio Ambiente", Instituto de Academias de Andalucía, Mayo 2022.

Seminario "La Energía Solar en el Sistema Eléctrico Español ca 2050", IEEE/PES Spanish Chapter series of webinars, Mayo 2022.

Seminario "La Energía Solar en el Sistema Eléctrico Español ca 2050", impartido por invitación de la Dirección de Regulación de Endesa, Febrero 2022.

Seminario "La Energía Solar en el Sistema Eléctrico Español ca 2050", dentro del Programa de Conferencistas Distinguidos 2021 del Solar Energy Research Center (SERC), Chile, Enero 2022.

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

<http://departamento.us.es/ielectrica/memoria-catedra-endesa/>

| | En los medios | Enlace |
|----|------------------------------------|---|
| 1. | La Opinión de Málaga 05/04/2022 | https://www.laopiniondemalaga.es/malaga/2022/04/05/proyecto-pastora-primera-red-distribucion-64687729.html |
| 2. | Málaga hoy 05/04/2022 | https://www.malahoy.es/malaga/endesa-proyecto-pionero-Malaga-red-electrica-hogares-inteligencia-artificial_0_1671734611.html |
| 3. | Sur 05/04/2022 | https://www.diariosur.es/economia/empresas/endesa-calcula-autoconsumo-20220405183144-nt.html |
| 4. | ABC Sevilla 07/04/2022 | Especial Transición Energética |
| 5. | Europress | https://www.europapress.es/andalucia/sevilla-00357/noticia-medio-centenar-profesionales-analizan-dentro-catedra-endesa-sevilla-electrificacion-sector-energetico-20221007151701.html |