

INTEGRACIÓN
EN RED
DE ENERGÍAS
RENOVABLES
RENEWABLE
ENERGY
GRID
INTEGRATION



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE

CENER. LA ENERGÍA DEL CONOCIMIENTO

El Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) es un centro tecnológico especializado en la investigación aplicada y en el desarrollo y fomento de las energías renovables. Cuenta con una alta cualificación y un reconocido prestigio nacional e internacional. La Fundación CENER-CIEMAT inició su actividad en el año 2002 y su Patronato está formado por el Ministerio de Economía y Competitividad, Ciemat, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y el Gobierno de Navarra. En la actualidad, presta servicios y realiza trabajos de investigación en 6 áreas: eólica, solar térmica y solar fotovoltaica, biomasa, energética edificatoria e integración en red de las energías renovables. CENER está dotado de infraestructuras tecnológicas de última generación, con los más modernos laboratorios e instalaciones a nivel mundial, destacando especialmente el Laboratorio de Ensayos de Aerogeneradores (una infraestructura única en el mundo), el Centro de Biocombustibles de 2ª Generación y una Microrred.

La sede de CENER está localizada en la Ciudad de la Innovación (Sarriguren - Navarra), y dispone de instalaciones y oficinas en otros emplazamientos, como: Sangüesa, Alaiz y Aoiz (en Navarra) y Sevilla.

The National Renewable Energy Centre of Spain (CENER) is a technology centre, specialised in applied research and in the development and promotion of renewable energies. It has excellent qualifications and recognised national and international prestige. The CENER-CIEMAT Foundation started its activity in 2002 and its Board of Trustees is comprised of the Ministry of Economy and Competitiveness, Ciemat, the Ministry of Industry, Energy and Tourism, and the Government of Navarra. It currently provides services and carries out research work in 6 areas: wind, solar thermal and solar photovoltaic, biomass, energy in buildings and renewable energy grid integration. Equipped with cutting-edge technological infrastructures, CENER has the most modern laboratories and facilities worldwide. Noteworthy is its Wind Turbine Test Laboratory (a unique infrastructure in the world), its Experimental Wind Farm, its 2nd Generation Biofuel Centre and its Microgrid.

CENER's headquarters are located in the City of Innovation (Sarriguren-Navarra) although it has facilities and offices at other locations such as, Sangüesa, Alaiz and Aoiz (Navarra), and Seville.

www.cener.com

DEPARTAMENTO DE INTEGRACIÓN EN RED DE ENERGÍAS RENOVABLES

El Departamento de Integración en Red de Energías Renovables tiene como finalidad la investigación y el desarrollo de los sistemas que permitan una mayor y mejor integración de las energías renovables en la red eléctrica.

En el Departamento se analizan los problemas que se pueden producir en el sistema eléctrico por un aumento de la penetración de las energías renovables en el mix energético, proponiendo medidas encaminadas a una adecuada gestión del sistema, incluyendo sistemas de almacenamiento de energía.

Las áreas de actuación del departamento son: Alta Tensión, Integración en Red y Almacenamiento de Energía.

The Renewable Energy Grid Integration Department of CENER aims to research and develop systems to improve the integration of renewable energies into the grid.

The Department analyses the problems that could appear in the electrical system due to an increase of the percentage of renewable energy in the energy mix. The department combines theoretical studies using dedicated software and field testing and provides solutions to properly manage the power systems, including energy storage systems.

The department has three activities areas: High Voltage, Grid Integration and Energy Storage.

RENEWABLE ENERGY GRID INTEGRATION DEPARTMENT



▲ Sede de CENER
CENER's headquarters

ÍNDICE

ACTIVIDADES DEL
DEPARTAMENTO DE
INTEGRACIÓN EN RED DE
ENERGÍAS RENOVABLES

/04

CONTENTS

RENEWABLE ENERGY GRID
INTEGRATION DEPARTMENT
ACTIVITIES

/04



1/ ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE INTEGRACIÓN EN RED DE ENERGÍAS RENOVABLES RENEWABLE ENERGY GRID INTEGRATION DEPARTMENT ACTIVITIES

INTEGRACIÓN EN RED

Su actividad se centra en la resolución y mejora de los problemas derivados de la integración de las energías renovables en la red eléctrica, combinando los estudios teóricos con ensayos en campo.

Este servicio presta asistencia técnica en:

- Estudio del comportamiento ante fenómenos transitorios y en particular ante huecos de tensión. Simulaciones mediante software específico.
- Generación Distribuida - Smart Grids Electro-Térmicas:
 - Diseño de microrredes.
 - Diseño de estrategias de control para microrredes eléctricas.
 - Implementación.
 - Desarrollo de modelos de simulación (hardware in the loop).
 - Integración de Sistemas de Almacenamiento.
- Estudios de Flujos de Potencia en Régimen Estacionario y Dinámico mediante Software específico (PSS/E, DigSilent).

ENERGY GRID INTEGRATION

This area develops activities to solve and improve the integration of RES into the grid, combining theoretical and experimental analysis.

The main activities are:

- Electromagnetic transients analysis, in particular voltage dips. Simulations using specific software.
- Distributed Generation - Smart Grids (electrical and thermal).
 - Microgrid design.
 - Control design and optimization.
 - Implementation.
 - Simulation models development (hardware in the loop).
 - Storage systems integration.
- Power flow analysis and dynamic response of the electrical system using dedicated software (PSS/E, DigSilent...).



ALTA TENSIÓN

Estudia y asesora sobre los aspectos relacionados con la protección de las instalaciones frente a las descargas atmosféricas, principalmente en parques eólicos.

Este servicio presta asistencia técnica en las áreas de:

- Análisis del riesgo de las instalaciones ante el impacto de los rayos, de acuerdo a la norma IEC.
- Diseño de sistemas de protección contra rayos.
- Sistemas de prevención contra impacto de rayos en las instalaciones mediante la medida y análisis del campo eléctrico.
- Diseño de Instalaciones de Puesta a Tierra:
 - Terrenos complejos.
 - Comportamiento en frecuencia.

HIGH VOLTAGE AREA

It studies aspects related to the protection of installations against lightning discharges, mainly in wind farms:

The main activities are:

- Risk analysis of installations for lightning, according to IEC requirements.
- Design of lightning protection systems.
- Lightning prevention systems for installations, via the measurement and analysis of the electrical field.
- Design of Grounding Systems:
 - Complex terrain.
 - Frequency behaviour.



▲ **Baterías de plomo.**
PB batteries.



▲ **Batería de Flujo.**
Redox Battery.

ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Se dedica al estudio e integración de sistemas de almacenamiento de energía como solución fundamental para la gestión de la energía, permitiendo así una mayor integración de renovables en la red.

Este servicio presta asistencia técnica en:

- Análisis de diferentes sistemas de almacenamiento de energía:
 - Sistemas electroquímicos: Tecnologías de Hidrógeno, Baterías de Flujo, Baterías Convencionales y Avanzadas.
 - Otros: Volantes de Inercia, Supercondensadores, etc.
- Análisis de viabilidad técnico-económica para la integración de sistemas de almacenamiento de energía y renovables. Desarrollo del diseño preliminar de los proyectos:
 - Análisis de la adecuación de los sistemas de almacenamiento
 - Dimensionamiento y análisis económico de los sistemas de almacenamiento para diferentes aplicaciones y estrategias de gestión.
 - Estudios experimentales en instalaciones renovables (eólica y fotovoltaica) que incluyen sistemas de almacenamiento.
 - Almacenamiento virtual y gestión de la demanda.
 - Estudios y evaluación de escenarios energéticos a medio-largo plazo.
 - Desarrollo de modelos y simulación de sistemas de generación renovable y de almacenamiento de energía.

ENERGY STORAGE

This area develops activities related to the study and integration of energy storage systems (ESS) as a fundamental solution for energy management.

The main activities are:

- Study of different Energy Storage Systems:
 - Electrochemical systems: Hydrogen technologies, Flow batteries, Conventional and Advanced batteries
 - Others: Flywheel, supercapacitors, etc.
- Technical-economic feasibility studies of Energy Storage Systems and Renewable Energies integration. Development of preliminary project design:
 - Analysis of Energy Storage Systems adequacy.
 - ESS sizing and economic analysis in different applications and Management strategies.
 - Experimental Studies in renewable plants (wind farms and photovoltaic energy) with ESSs.
 - Virtual Energy Storage and Demand Side Management.
 - Study of energetic scenarios in the medium-long term.
 - Modelling and Simulation of renewable energy sources and ESSs.



▲ Generadores eólicos.
Wind generators.

INFRAESTRUCTURAS TÉCNICAS

1. BANCADA DE AEROGENERADORES

La bancada de ensayos de aerogeneradores a pequeña escala disponible en las instalaciones de CENER cuenta con las siguientes tipologías de aerogeneradores:

- Generador Síncrono de imanes permanentes "Full Converter" (15 kW).
- Generador Asíncrono doblemente alimentado (15 kW).

Posibilidades técnicas de la bancada:

- Prueba de generadores de otros fabricantes.
- Prueba de convertidores de otros fabricantes.
- Prueba de generador y convertidor de otros fabricantes.
- Implementación de curvas de viento y aplicación sobre los motores de arrastre para simular una turbina eólica.

2. LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA

Permite evaluar y caracterizar experimentalmente, tanto los componentes como los sistemas electroquímicos completos. Se dispone también del Laboratorio de Integración para ensayar el comportamiento de sistemas integrados de generación renovable con sistemas de almacenamiento a nivel de prototipo (max. 5 kW).

TECHNICAL FACILITIES

1. WIND TURBINE TEST BENCH

This infrastructure permits performing tests on different wind turbine technologies on a small scale. Available at CENER facilities, it has the following wind generator typologies:

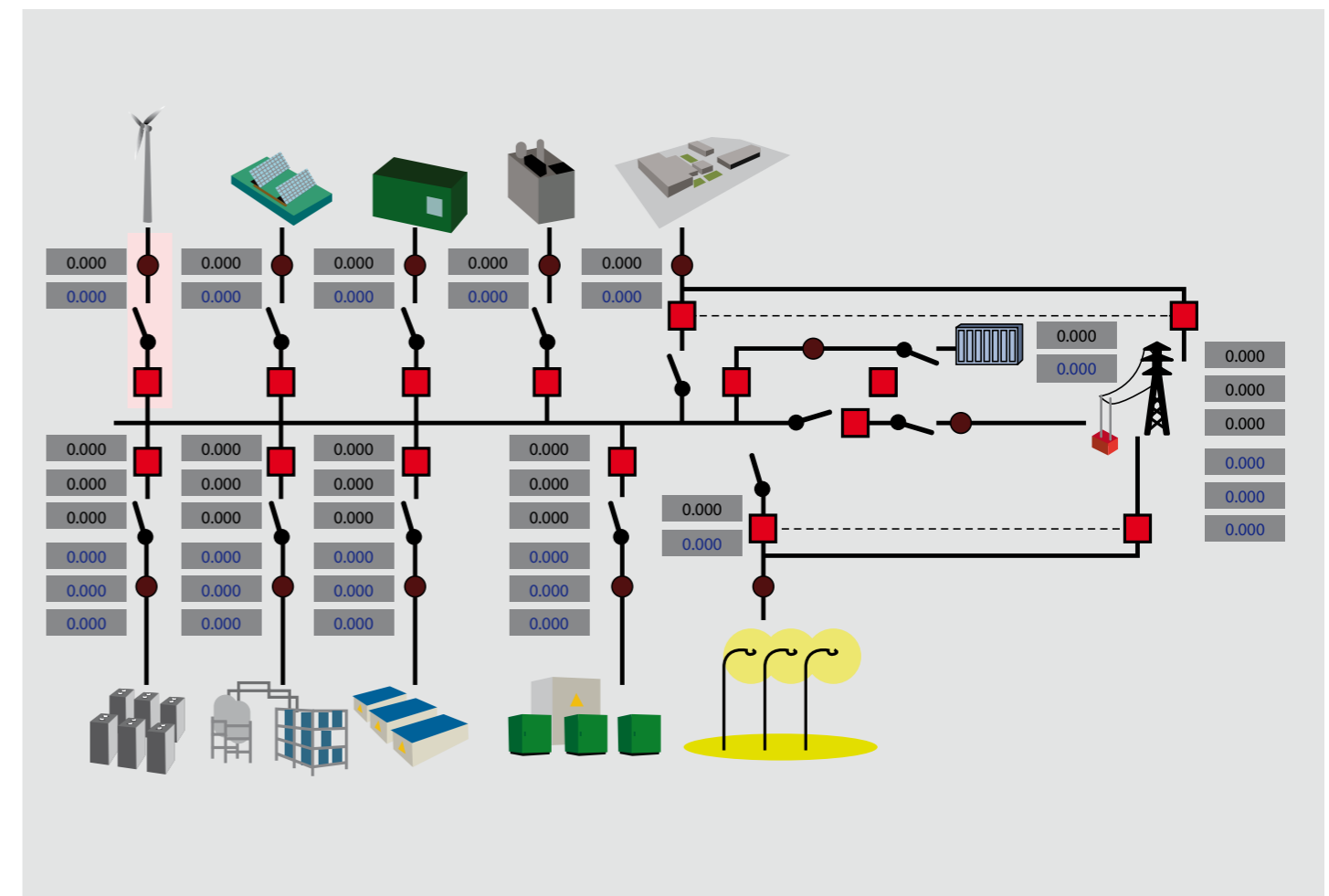
- Synchronous permanent magnet generator "Full Converter" (15 kW).
- Double feed asynchronous generator (15 kW).

Technical possibility of test bench:

- Tests on generators from other manufacturers.
- Test on capacitors from other manufacturers.
- Test on generator and capacitor from other manufacturers.
- Implementation of wind curves and application on drive motors to simulate wind turbine.

2. ELECTROCHEMISTRY LAB

To study and experimentally characterise both components and complete electrochemical systems. It also has an Integration Laboratory to test the performance of integrated renewable generation systems with storage systems at prototype level (max. 5 kW).



▲ Esquema de la Microrred Atenea.
Atenea Microgrid diagram.



Parte trasera Microrred.
Rear of Microgrid.

MICRORRED ATENEA

Microrred orientada a aplicaciones industriales.

Arquitectura AC con una potencia de 100 kW aproximadamente.

Cubre parte de los consumos eléctricos del Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores -LEA- y del alumbrado del polígono industrial Rocafort.

También puede ser utilizada como banco de ensayos para nuevos equipos, sistemas de generación, almacenamiento de energía, estrategias de control y sistemas de protección.

Puede operar en modo aislado y en modo conectado a la red.

- Turbina eólica de 20 kW full-converter.
- Instalación Fotovoltaica de 25 kWp.
- Generador Diesel de 55 KVA.
- Microturbina de Gas de 30 kW con aprovechamiento térmico.
- Baterías de Plomo-Ácido. (50 kW x 2 horas).
- Batería de flujo, (50 kW x 4 horas).
- Batería de ion Litio, (50 kW x ½ hora).
- Supercondensadores (30 kW x 4sg).
- Cargas trifásicas de 120 kVA.
- Vehículo eléctrico.
- Traspalleta Eléctrica.
- Luminaria del polígono industrial y oficinas del LEA.

ATENEA MICROGRID

Microgrid focused on industrial application.

An AC architecture with more than 100 kW of rated power.

It covers part of the electrical consumption of the Wind Turbine Test Laboratory - LEA - and of the lighting of the Rocafort industrial estate.

It can also be used as a test bench for new equipment, generation systems, energy storage, control strategies and protection systems.

It can operate in isolated mode and connected to grid.

- Full-converter type 20 kW nominal power wind turbine.
- 25 kWp photovoltaic installation..
- 55 kVA rated power diesel genset generating set.
- 30 kW gas microturbine (electrical and thermal uses).
- Lead acid gel technology battery (50 kW x 2 hours).
- Vanadium Flow Battery (50 kW x 4 hours).
- Ion Lithium battery (50 kW x 0,5 hours).
- Supercapacitors (30 kW x 4 sg).
- 120 kVA three-phase loads bank.
- Electrical Vehicles.
- Electrical pallet jack
- Lighting for industrial estate and offices of LEA.

PROYECTOS

SISTEMAS ENERGÉTICOS DE MICRORRED (2008-2009)

- IDAE y Embajada inglesa.
- Desarrollo de metodología para la implantación de microrredes en entornos urbanos.
- CENER fue el coordinador del proyecto.

OPTIMAGRID (2011-2013)

- SUDOE Interreg IV B.
- Sistemas inteligentes de optimización y autogestión de microrredes con energías renovables aplicados a áreas industriales en la zona SUDOE.
- CENER es coordinador del GT3 para la modelización, simulación y validación de microrredes en entornos industriales.

EOLIA (2007-2010)

- Programa Nacional Cenit.
- Tecnologías para parques off-shore en aguas profundas.
- Análisis de la red eléctrica española con PSS/E para la integración de eólica con sistemas de almacenamiento basados en desalinizadoras.

PLANTA DE H2 DE SOTAVENTO (2009-2012)

- Financiación privada.
- Estudios teóricos y experimentales para la caracterización de la planta de generación y almacenamiento de H2, propiedad de Gas Natural Fenosa, situada en el Parque Eólico Experimental de Sotavento.

COMITÉS TÉCNICOS

- Integración a Gran Escala de Energía Eólica con HVDC y Electrónica de Potencia. Miembros de CIGRE. (WG B4.39).
- Miembro de IEEE/PES. Protección de las líneas de transporte frente a las descargas atmosféricas.
- Expertos de TPWind en Integración en Red.
- Alianza Europea de Investigación en Energía (EERA). Miembros del Grupo IRE.
- Grupo de representantes y Planificación Estratégica de la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible.
- Task 24 "Producción de Hidrógeno a partir de Energía Eólica a Gran Escala". Líder de Subtask D. (Agencia Internacional de la Energía).
- Miembro Fundador del N.ERGHY (Grupo de Investigación de JTI, Hidrógeno y Pilas de Combustible JU. (Comisión Europea).
- REOLTEC (Red Científico Tecnológica del Sector Eólico). (Asociación Empresarial Eólica-AEE, de España).
- Miembro de la Asociación Europea para el Almacenamiento de la Energía-EASE. Líder de Grupo de Trabajo 5.
- Alianza Europea de Investigación en Energía (EERA). Miembros del Grupo de Smart Grids.

PROJECTS

LOCALISED GRID MANAGEMENT (2008-2009)

- IDAE and British Embassy.
- Methodology development to implement smartgrids in urban areas.
- CENER was the Project coordinator.

OPTIMAGRID (2011-2013)

- SUDOE Interreg IV B.
- Smart systems for optimization and management of microgrids based on renewables for industrial applications in SUDOE area.
- CENER is the WP3's coordinator for modelling, simulation and experimental validation of microgrids in industrial estates.

EOLIA (2007-2010)

- Cenit National Programme.
- New technologies for deep water off-shore wind farms.
- CENER has developed the analysis of the Spanish grid with PSS/E to increase the off-shore wind power penetration by using Energy storage systems based on desalination.

H2 SOTAVENTO PLANT (2009-2012)

- Private funding.
- Theoretical and experimental characterization studies of the experimental plant for hydrogen production and storage installed in Sotavento Experimental Wind Farm (Galicia) and property of Gas Natural Fenosa.

TECHNICAL COMMITTEES

- Integration of Large Scale Wind Power with HVDC and Power Electronics. CIGRE members (WG B4.39).
- Working Group on the Lightning Performance of Transmission Lines (IEEE PES)
- TPWind members for Energy Integration.
- European Energy Research Alliance-EERA members. IRE Group.
- Group of Representatives and Strategy and Planning Group of the Spanish Technological Platform of Hydrogen and Fuel Cells.
- Hydrogen Implementing Agreement, Task 24 Wind Energy & Hydrogen Integration SubTask D leader (International Energy Agency).
- Founder Member of N.ERGHY (JTI Research Grouping), Hydrogen and Fuel Cells JU-European Commission.
- REOLTEC (Wind Energy Scientific-Technological Network), Groups of Applications and Grid, Spanish Wind Energy Industrial Association (AEE).
- Member of European Association for Storage of Energy-EASE, Leader of WG5.
- European Energy Research Alliance-EERA. Member of Joint Programme on Smart Grids.



INTEGRACIÓN EN RED DE ENERGÍAS RENOVABLES RENEWABLE ENERGY GRID INTEGRATION

CENTRO NACIONAL
DE ENERGÍAS RENOVABLES
NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE

Centro tecnológico de alta cualificación y prestigio internacional, especializado en la investigación aplicada y el desarrollo y fomento de las energías renovables.
Highly qualified technology centre of international prestige, specializing in applied research and the development and promotion of renewable energy.

CONTACTO CONTACT

Ciudad de la Innovación, 7
31621 Sarriguren
Navarra - España
T +34 948 25 28 00

Polígono Industrial Rocaforte G2 - H1
31400 Sangüesa
Navarra - España
T: +34 948 87 17 45

info@cener.com
www.cener.com



• CENER

© CENER. ALL RIGHTS RESERVED.
REPRODUCTION OF THE WHOLE OR ANY
PART OF THE CONTENTS IS PROHIBITED.



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

