



SMART GRID

DL SGWD2.0



¿POR QUÉ UNA RED INTELIGENTE?

Desde principios del siglo XXI, el desarrollo tecnológico de la electrónica de potencia, las telecomunicaciones y las técnicas de procesamiento de datos han convergido para abordar las limitaciones y costos de administración de la red eléctrica. Las limitaciones tecnológicas de medición ya no obligan a promediar los precios de la energía máxima y a pasarlos a todos consumidores en la misma proporción. Estas mejoras brindan más flexibilidad para optimizar y ajustar dinámicamente el pronóstico de producción de energía en función de los cambios en la demanda basados en datos en tiempo real.

La creciente preocupación sobre el medio ambiente ha llevado a adoptar acuerdos internacionales para reducir el impacto de las centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles. La necesidad de proveer energía más limpia ha aumentado la participación de las energías renovables en la combinación. Las formas dominantes, la energía eólica y solar, son muy variables por naturaleza y requieren sistemas de control más sofisticados para permitir la conexión de estas fuentes alternativas a la red de otra manera altamente controlable. La rápida caída de los costos de estas tecnologías está impulsando un cambio importante en la arquitectura de red de una topología altamente centralizada con centrales eléctricas más grandes, a un sistema más distribuido, con energía generada y consumida justo en los límites de la red.

Por último, la creciente preocupación por los ataques terroristas y cibernéticos en algunos países ha revelado la necesidad de una red energética más robusta que sea menos dependiente de las estaciones eléctricas centralizadas percibidas como posibles objetivos de ataque.



SMART GRID



¿QUÉ ES UNA RED INTELIGENTE (SMART GRID)?

La red inteligente es un sistema de "distribución inteligente" de electricidad. Puede controlar el consumo de los distintos usuarios finales para gestionar y adaptar la generación y distribución de electricidad según la demanda. En pocas palabras, si un área determinada tiene una potencial sobrecarga de energía, el exceso de energía puede redistribuirse a otras áreas que lo necesiten, según las solicitudes reales de los usuarios finales.

El software de supervisión que hace funcionar la red inteligente controla y gestiona el flujo eléctrico en el sistema. Puede integrar la energía renovable en la red y puede activar, suspender o trasladar los procesos industriales y domésticos a períodos en los que los costos de electricidad son más convenientes.

La red inteligente conoce nuestro requerimiento de consumo de energía. Cuando la demanda de electricidad está al máximo, la red inteligente se adapta automáticamente al recoger el exceso de energía de muchas fuentes para evitar problemas de sobrecarga o interrupciones de energía. Por lo tanto, tiene la función de gestionar y compartir la electricidad en una red heterogénea con generación distribuida de electricidad derivada de diversos tipos de fuentes, tanto públicas como privadas, tradicionales y renovables, y asegura que los dispositivos eléctricos utilicen la electricidad de la manera más eficiente posible.



SMART GRID



CARACTERÍSTICAS CLAVE

Modularidad

- Modelo a escala de un sistema completo de distribución de energía
- Laboratorio reconfigurable compuesto de elementos discretos
- Dispositivos de grado industrial

SCADA Web abierto

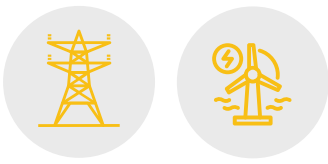
- Software para supervisar y controlar todos los componentes activos de la red
- Plataforma de aprendizaje basada en software estructurada usando un enfoque didáctico
- Plataforma de software abierto para una personalización completa

Enfoque didáctico

- Laboratorio multidisciplinario que cubre desde los conceptos más básicos de ingeniería eléctrica hasta las configuraciones más avanzadas
- Plataforma de entrenamiento práctica, basada en experimentos

Desarrollo de habilidades

- Los estudiantes interactúan con equipo industrial real
- Plataforma para simular escenarios reales
- Desarrollo de habilidades analíticas y de solución de problemas



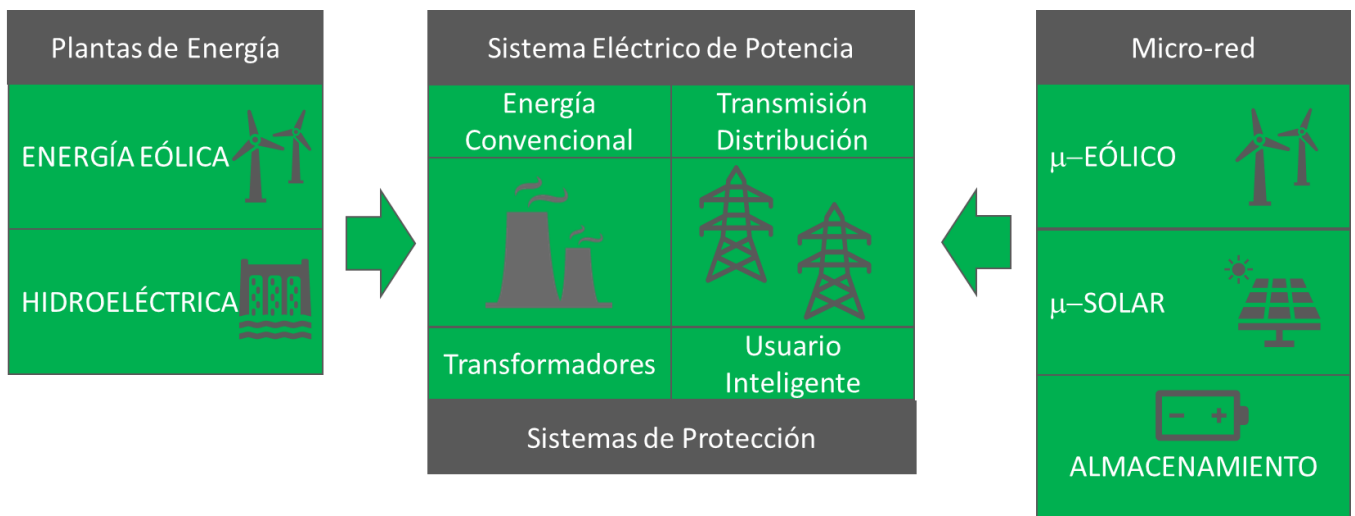
SMART GRID



LA SOLUCIÓN DE LORENZO

De Lorenzo ha diseñado un entrenador modular que estudia el flujo de energía y la interacción entre las redes del proveedor de electricidad (sistemas de generación, transmisión y distribución) y los consumidores (clientes residenciales y/o comerciales).

Los equipos de grado industrial se integran en un ambiente controlado, dando flexibilidad a la plataforma de aprendizaje que puede reconfigurarse para estudiar aplicaciones de ingeniería de potencia eléctrica.



El núcleo del laboratorio es un modelo reducido simplificado de un sistema de distribución de energía. Varias fuentes de energía de diferentes energías renovables se conectan al sistema en diferentes puntos simulando un sistema de generación de energía distribuida. La energía puede añadirse desde el lado de la producción (alta y media tensión) o desde el lado del usuario final (microrred).

El sistema incluye 3 subsistemas diferentes de generación de energía:

- Un sistema eólico de paso variable.
- Un sistema hidroeléctrico con acumulación por bombeo.
- Fuentes de energía de microrredes que utilizan un sistema solar fotovoltaico con almacenamiento de batería y un sistema microeólico opcional que genera energía del lado de baja tensión de la red.

Un sistema de busbar doble y disyuntores permiten aislar secciones del sistema o insertar fuentes de energía renovables disponibles para crear un flujo de energía bidireccional en la red de distribución.

Un grupo de dispositivos de medición activos se colocan estratégicamente para monitorear en tiempo real el flujo de energía en el sistema y proporcionar protección. La operación del laboratorio se realiza a través del software SCADA.

Se puede configurar un relé gestor de alimentación industrial para estudiar las técnicas de protección en diferentes puntos del sistema.



SMART GRID

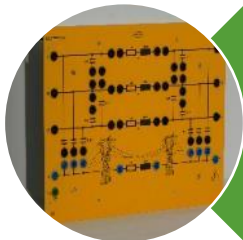


Sistema de transmisión y distribución:

En el núcleo del sistema, el laboratorio Smart Grid incluye todos los módulos para simular un sistema de distribución simplificado con flujo de energía unidireccional, transmitiendo energía de una planta térmica convencional a un usuario final.



Una fuente de alimentación conectada a la red eléctrica representa una planta de carbón conectada al colector infinito.



Las líneas de transmisión de alta tensión de diversas longitudes, busbar y los interruptores simulan el sistema de distribución y transmisión de energía.



Se han distribuido dispositivos de medición dedicados en puntos clave del sistema para monitorear el flujo de energía.



El relé gestor de alimentación industrial protege secciones específicas del sistema.

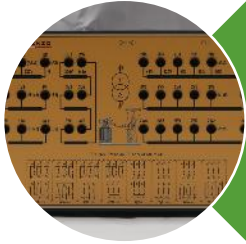


SMART GRID



Uso y consumo de energía:

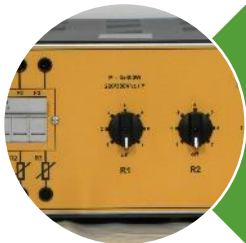
El usuario final se representa con una carga RLC y un sistema de gestión de carga para simular diferentes perfiles de consumo.



Un transformador de aislamiento funciona como transformador reductor.



Compensador de factor de potencia automático con bancos de condensadores.



Las cargas resistiva, inductiva y capacitiva variables simulan el consumo de los usuarios finales.



El medidor de energía, gestor de carga y el HMI simulan diferentes perfiles de consumo actuando como un usuario inteligente que regula su consumo según sus necesidades y costos de energía.

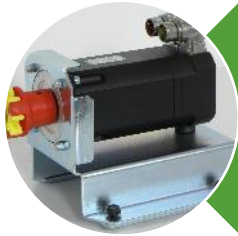


SMART GRID



Sistema hidroeléctrico:

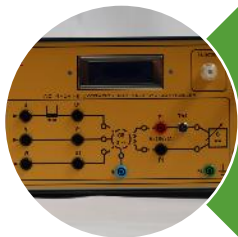
El sistema hidroeléctrico se simula con una máquina síncrona trifásica que puede usarse para generar energía o para simular un sistema de almacenamiento por bombeo para administrar el exceso de energía en la red.



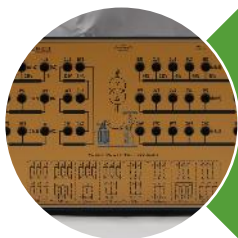
Servomotor brushless que representa la turbina Pelton de una planta hidroeléctrica.



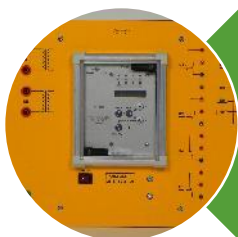
Generador sincrónico que transforma la energía mecánica en electricidad.



Controlador de excitación con función droop V/Q para regular la potencia reactiva cuando está conectado a la red eléctrica.



Transformador de aislamiento que actúa como transformador elevador.



Relé de sincronización para conectar el generador a la red eléctrica.



SMART GRID



Sistema de energía eólica:

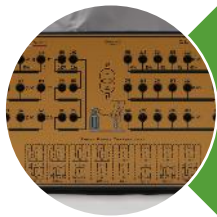
Un sistema eólico de paso variable se simula con una máquina de inducción asincrónica trifásica.



Servomotor brushless que representa una turbina eólica.



La máquina asincrónica transforma la energía mecánica en electricidad.



Transformador de aislamiento que actúa como transformador elevador.



Analizador de potencia de la red.



SMART GRID



Microrred solar:

Desde el lado del usuario final, diferentes fuentes de energía proporcionan energía al sistema.



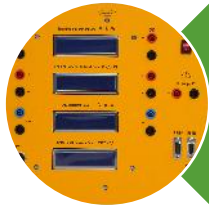
Panel fotovoltaico solar real iluminado con fuente de luz de halógena que simula el sol.



Simulador de panel fotovoltaico: fuente de alimentación CC programable que se comporta como un panel solar alimentando energía al inversor de red monofásico.



Un módulo cargador inversor expande las características del sistema solar ofreciendo capacidad de almacenamiento.



Los instrumentos y carga dedicados proporcionan la información necesaria para caracterizar el panel solar y medir el flujo de energía al sistema.



Se utiliza una carga activa de CC programable para caracterizar el panel solar.



SMART GRID



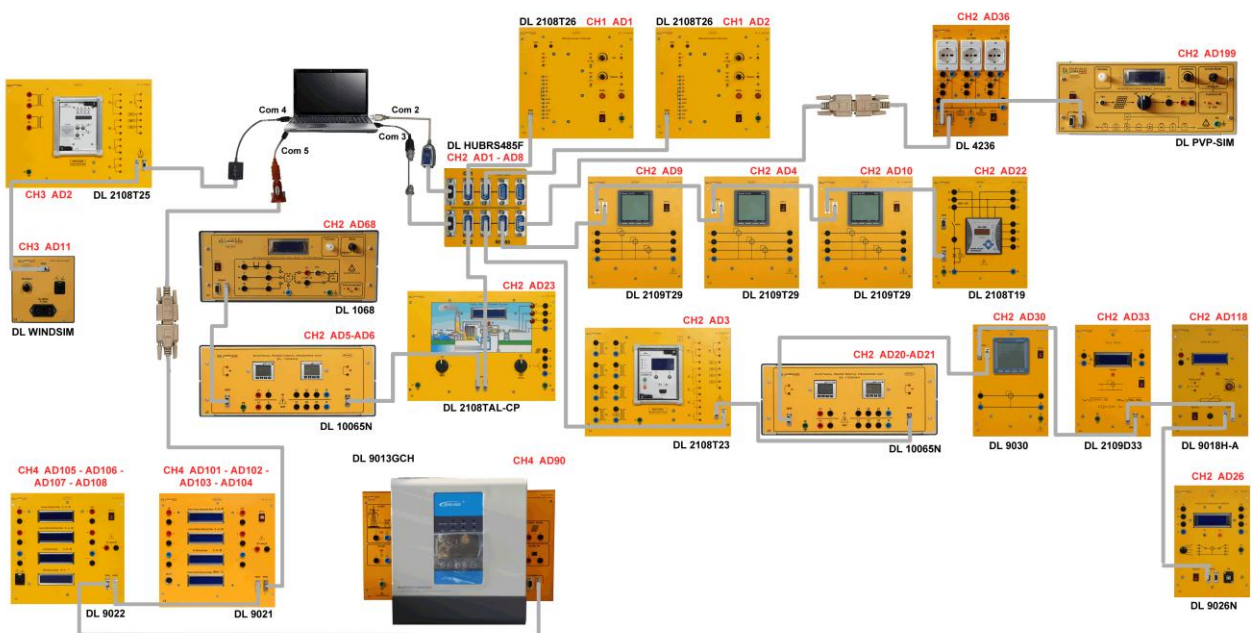
SCADA WEB ABIERTO

El sistema completo está integrado por un software de Supervisión, Control, y Adquisición de Datos (SCADA) industrial que se comunica con todos los dispositivos activos del entrenador y realiza las siguientes acciones:

- adquisición y medición de las magnitudes físicas del sistema;
- control del funcionamiento del sistema;
- supervisión visual del sistema (también en modo remoto), mediante el uso de diagramas sinópticos: estado operativo, alarmas, etc.

A través del software SCADA, el operador puede monitorear el flujo eléctrico en el sistema para gestionar y optimizar los requerimientos de energía basados en el consumo, mediante la adquisición de datos en tiempo real de los dispositivos de medición y relés de protección y el control de actuadores para una gestión “inteligente” de todo el sistema eléctrico.

Las diferentes secciones del entrenador se comunican a través de Ethernet y buses seriales RS485 dedicados utilizando protocolos de comunicación asegurados estándar como MODBUS RTU.



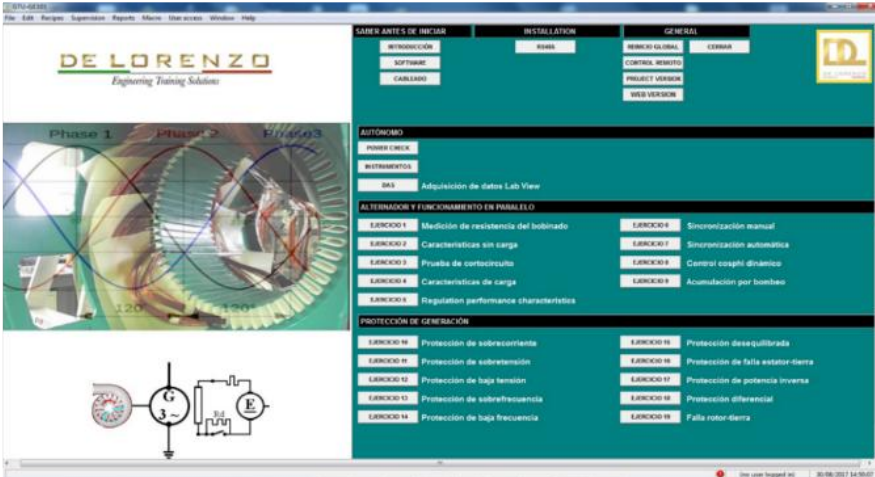
El proyecto SCADA se divide en plantillas cada una correspondiente a un ejercicio particular. La licencia SCADA-WEB abierta para desarrolladores, que se proporciona con el laboratorio, permite a los profesores personalizar completamente las plantillas existentes o crear nuevas que pueden utilizarse para monitorear el sistema desde una estación de trabajo local.



SMART GRID

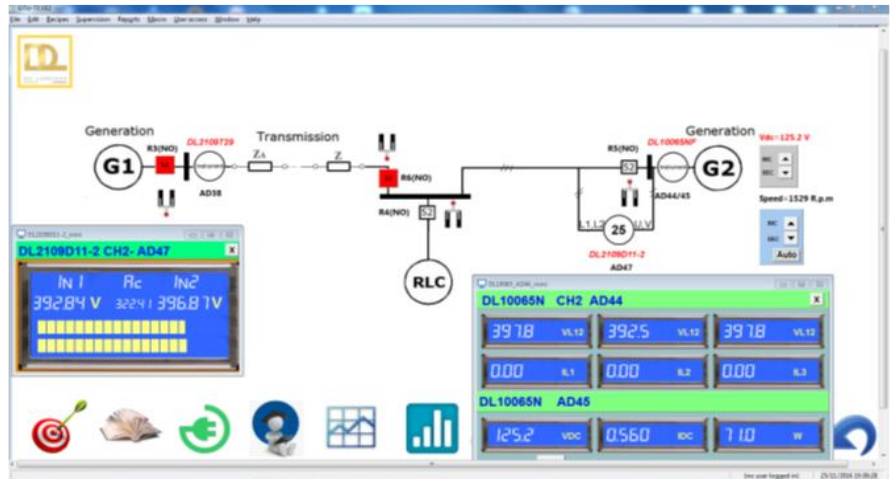


Características principales de SCADA



El software se ha estructurado siguiendo un enfoque didáctico, dividiendo cada unidad de estudio en ejercicios individuales.

La licencia abierta SCADA-WEB ofrece a los profesores la posibilidad de crear sus propios proyectos y personalizar totalmente los experimentos, mostrando los parámetros de interés y controlando los actuadores para un manejo "inteligente" de la energía.





SMART GRID



OBJETIVOS DE ENTRENAMIENTO

El entrenador Smart Grid es un laboratorio multidisciplinario, dirigido a cursos de licenciatura y posgrado en las escuelas de ingeniería para el estudio de la gestión energética en una red eléctrica moderna. El equipo de laboratorio se puede configurar para crear diferentes ejercicios, que refuerzan conceptos básicos y avanzados en energía eléctrica.

El sistema Smart Grid es un laboratorio integrado que puede ser utilizado por los estudiantes de ingeniería mecánica y eléctrica como proyecto de larga duración, ya que comprende suficientes elementos para cubrir la mayoría de los temas, como los circuitos eléctricos, la maquinaria eléctrica, la hidroelectricidad, las energías renovables, la transmisión de energía y la distribución de energía. El objetivo principal es estudiar los principios de ingeniería de potencia y estudiar el flujo de energía para desarrollar estrategias avanzadas de gestión energética.

Todo el sistema es totalmente configurable y puede probarse en diversas condiciones. Se pueden realizar diferentes experimentos reorganizando el cableado y la colocación de los módulos dando mucha flexibilidad para simular un sistema de red inteligente completo con varias topologías de red. Los ejercicios propuestos en los diferentes temas conectan los conceptos teóricos y prácticos a través de la experiencia práctica.

Este innovador laboratorio puede incluir demostraciones en clase y experimentos de laboratorio en el marco de las clases regulares de laboratorio. Proporciona una plataforma controlada y segura para una mayor experimentación con el fin de simular diferentes condiciones y fallas de la red para estudiar la eficiencia, estabilidad y protección de la red. La arquitectura del sistema, que utiliza protocolos de comunicación industrial estándar y un software SCADA abierto totalmente personalizable, lo convierte en una herramienta complementaria para la investigación y el desarrollo, ampliando aún más sus capacidades.



SMART GRID



Desarrollo de competencias:



Básico:

- Teoría de circuitos : valida las leyes eléctricas básicas y la teoría de circuitos utilizando potencia trifásica.
- Mediciones eléctricas: Uso de dispositivos de medición industriales y relés de protección.
- Energía renovables: energía fotovoltaica, energía eólica.



Intermedio:

- Máquinas eléctricas: estudio de un transformador trifásico y alternador o motor actuando como carga.
- Ingeniería eléctrica de potencia: generación, transmisión, distribución y uso de energía eléctrica .
- Electrónica de potencia, sistemas de control, control digital, sistemas integrados.
- Almacenamiento de energía



Avanzado:

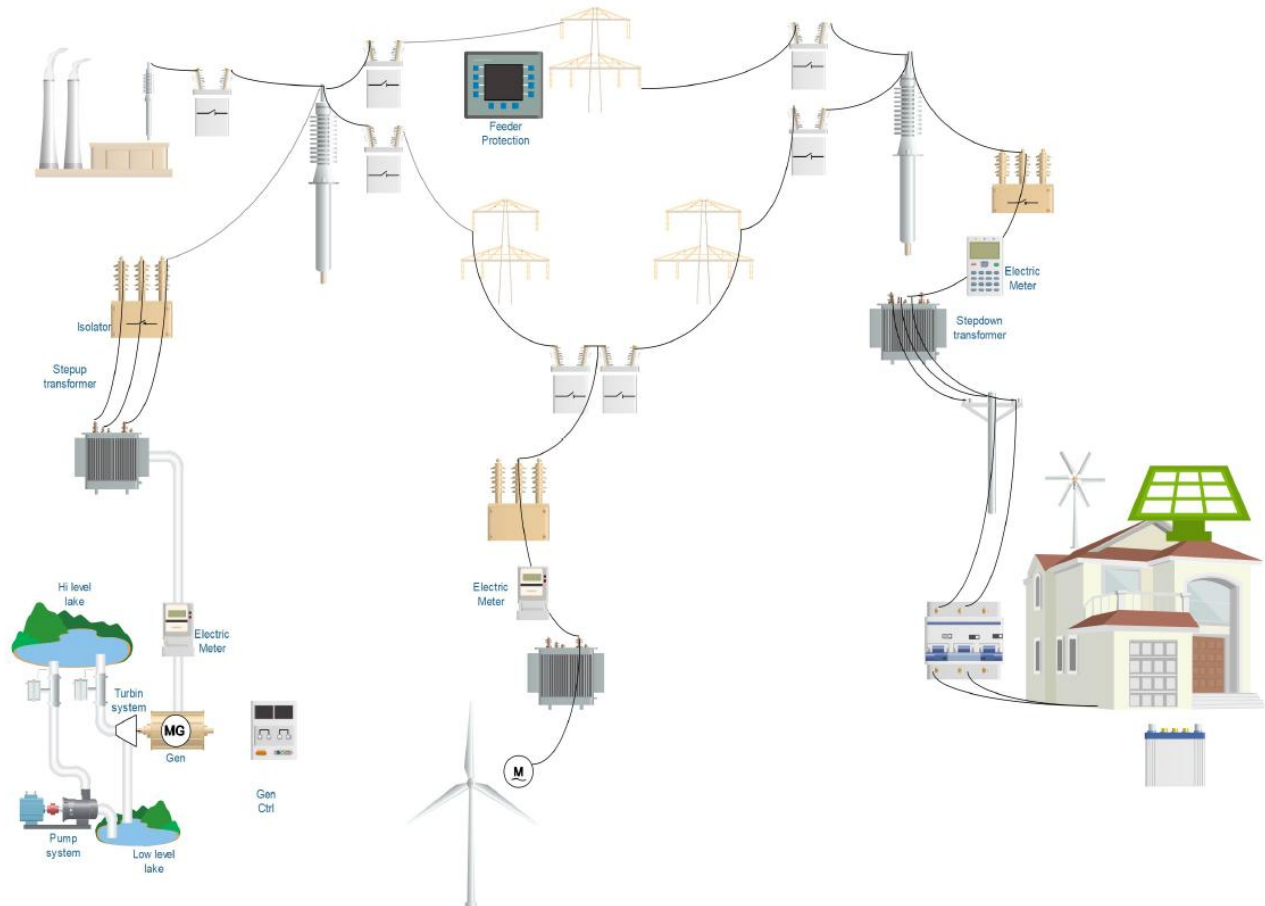
- Red: estudio de diferentes topologías de red.
- Administración de energía: control de flujo, simulación de fallas, detección de problemas.
- Estabilidad del sistema, droop control.
- Sistemas de energía inteligentes "Smart Grid".
- Costo de energía y métodos de optimización.
- Procesos estocásticos, predicción, y análisis de datos.



SMART GRID



LISTA DE EXPERIMENTOS



ANÁLISIS DE CARGA

- Características de carga R, L, C
- Medición de energía activa
- Medición de energía reactiva
- Compensación manual del factor de potencia
- Compensación automática del factor de potencia

SISTEMA HIDROELÉCTRICO

- Característica del generador sin carga
- Característica del generador con carga
- Características de rendimiento con regulación
- Sincronización automática
- Regulación de potencia reactiva (Droop V/Q)
- Almacenamiento por bombeo
- Protección contra sobrecorriente
- Protección contra sobretensión y subtensión
- Protección contra sobrefrecuencia o subfrecuencia



SMART GRID



SISTEMA EÓLICO

Relación entre un sistema de control de paso y el viento

Análisis de los parámetros mecánicos dentro de un generador de inducción

Análisis de parámetros eléctricos dentro de un generador de inducción

SISTEMA DE MICRORRED

Caracterización de un panel fotovoltaico sin carga

Caracterización de un panel fotovoltaico con carga

Conexión de un sistema fotovoltaico a la red real mediante el uso de un sistema de red inversor monofásico.

Almacenamiento de energía solar con baterías

TRANSFORMADOR

Grupo vectorial

Comportamiento sin carga

Comportamiento con carga

Comportamiento asimétrico

Comportamiento con regulación

TRANSMISIÓN

Comportamiento sin carga

Comportamiento con carga equilibrada

Carga óhmica-inductiva

Carga óhmica-capacitiva

Red radial

Red mallada

Falla a tierra de la línea de transmisión

Cortocircuito simétrico de la línea de transmisión

Cortocircuito asimétrico de la línea de transmisión

Protección contra fallas a tierra de la línea de transmisión

Protección contra sobrecorriente instantánea y de tiempo definido en la línea de transmisión

Protección contra subtensión de la línea de transmisión

DISTRIBUCIÓN:

Sistema básico de busbar doble

Sistema de busbar con carga

Acoplamiento de busbar

SMART GRID

Contribución de la energía de la microrred

Contribución de la energía hidroeléctrica

Contribución del sistema eólico



SMART GRID



LISTA DE MÓDULOS

DL 2108T26	Controlador brushless con motor	2
DL 2108T26BR	Resistencia de frenado	1
DL 1021/4	Motor asíncrono trifásico de jaula	1
DL 1013A	Base	2
DL 1026P4	Máquina sincrónica trifásica	1
DL 1017R	Carga resistiva	1
DL 1017L	Carga inductiva	1
DL 1017C	Carga capacitiva	1
DL 2108TAL-CP	Unidad de alimentación trifásica	1
DL 1068	Excitación de máquina de CA y controlador droop V-Q	1
DL 7901TT	Modelo de línea aérea — 360 Km	2
DL 7901TTS	Modelo de línea aérea — 110 Km	1
DL 2109T29	Medidor de potencia trifásico	5
DL 2108T25	Relé de sincronización del generador	1
DL 2108T23	Relé gestor de alimentación	1
DL 2108T02	Disyuntor de alimentación	3
DL 2108T02A	Disyuntor de alimentación	1
DL 2108T02/2	Busbar doble	3
DL 2108T19	Controlador de alimentación reactiva	1
DL 2108T20	Batería de condensador conmutable	1
DL 2108T20C	Módulo condensador de refase para máquina de inducción	1
DL 4236	Administrador de carga	1
DL HMI	Interfaz hombre-máquina	1
DL 2109T34	Medidor de energía activa y reactiva trifásica	1
DL 9013G	Red inversora	1
DL 9013G1C	Cargador inversor monofásico	1
BAT100AGM	Batería 12V - 100Ah	1
PFS-85	Panel solar fotovoltaico	1
DL SIMSUN	Lámparas para el panel solar fotovoltaico	1
DL 9021	Módulo de medición para paneles fotovoltaicos	1
DL 9018H-A	DC Carga activa	1
DL 2101T13-DC	Transformador con rectificador	1
DL PVP-SIM	Simulador de paneles fotovoltaicos	1
DL HUBRS485F	Hub de comunicación Modbus	1
DL SCADA3+	Software Scada	1
DL 1080TT	Transformador trifásico	3
DL T12090	Banco de trabajo 120x90	3
DL T06090	Banco de Trabajo 60x90	3
DL A120-3M	Bastidor	3
DL SP-120-LED	Base superior con tira LED, para DL A120-3M	3
TLSGWD2.0	Kit de cables de conexión con terminales de seguridad	1
DL PCGRID	Computadora personal all-in-one	1
DL 2100TTI	Transformador trifásico	1
DL 1196	SopORTE para cables	1

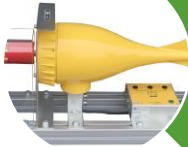


SMART GRID

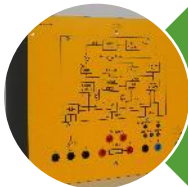


Opciones:

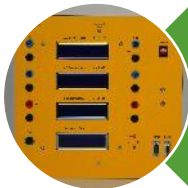
- **Microrred de energía eólica:** Permite añadir un sistema de microrred de energía eólica paralelo al sistema solar fotovoltaico en el lado del usuario del sistema - **código de pedido: DL SGWD2.0-W** .



Una turbina eólica de microrred alimentada por un servomotor que simula la acción del viento.



Un inversor de conexión a red monofásico que alimenta potencia de la turbina a la red de alimentación



Instrumento dedicado que propociona la información necesaria para la caracterización del sistema eólico.

Módulos:

DL T12090	Banco de trabajo 120x90	1
DL A120-3M-LED	Bastidor	1
DL 9027	Módulo de medida para aerogenerador	1
DL WTS-CTRL750	Módulo de control para motor sin escobillas de 750W	1
DL WTS-3	Simulador de aerogeneradores	1
DL 9013G3D	Inversor de red para sistema de energía eólica	1