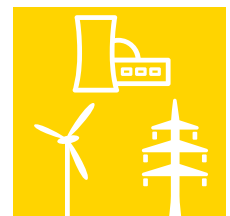


Sistemas de capacitación en ingeniería eléctrica

El laboratorio de ingeniería eléctrica con sistema inteligente



Índice

Cualificación gracias a la calidad	
Sistemas de capacitación en ingeniería eléctrica	4
Contenidos didácticos complejos presentados de manera viva	
Material didáctico orientado a los proyectos y adecuado a todos los sistemas de capacitación	5
De la generación de energía al consumo	
Las redes de corriente inteligentes del futuro	6
Sistemas en red en el laboratorio de tecnología energética	8
Equipados de la mejor manera para el porvenir	10
Software SCADA Power-LAB	11
Todo de un solo vistazo	12
Más que un sistema de capacitación	
Solución completa de laboratorio de tecnología energética	14



Índice

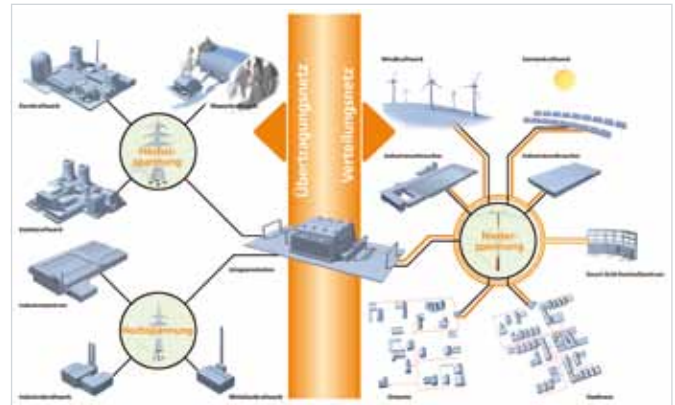
Fundamentos de la tecnología energética	16
Tecnología de corriente continua, alterna y trifásica (UniTrain-I)	20
Magnetismo y electromagnetismo (UniTrain-I)	23
Mediciones con el multímetro (UniTrain-I)	24
Redes y modelos de redes (UniTrain-I)	25
Transformadores de corriente y tensión	26
Generación de energía	28
Generadores síncronos de corriente trifásica (UniTrain-I)	32
Control de generadores y sincronización	33
Protección de generadores	35
Generación de energía renovable	38
Energía fotovoltaica (UniTrain-I)	42
Curso avanzado de energía fotovoltaica	44
Plantas eléctricas eólicas	48
Tecnología de pilas de combustible (UniTrain-I)	54
Curso avanzado de tecnología de pilas de combustible	56
Transformadores	58
Transformadores trifásicos (UniTrain-I)	62
Análisis de transformadores	63
Protección de transformadores	64
Transmisión de energía	66
Análisis de líneas de corriente trifásica	70
Conexiones de líneas en paralelo y en serie	71
Línea compensada por bobina de extinción	72
Sistemas de transmisión con generador síncrono	73
Protección de líneas	74
Distribución de energía	78
Sistema trifásico de barras colectoras dobles	82
Protección de barras colectoras contra sobrecorriente	83
Gestión de energía	84
Cargas complejas, medición de consumo de energía y control de cargas punta	88
Cargas dinámicas	89
Compensación manual y automática de potencia reactiva	90
Protección de cargas eléctricas	91

Cualificación gracias a la calidad

Sistemas de capacitación en ingeniería eléctrica

El progreso técnico...

Cada vez cobra mayor impulso el cambio hacia las energías renovables, alejadas del uso del carbón, el petróleo y las centrales nucleares. Hoy en día, la técnica ha avanzado tanto que la radiación solar, la fuerza eólica, el hidrógeno y las biomasas se pueden aprovechar como portadores de energía ecológicos. Para que esta tendencia pueda continuar, en todo el mundo se busca personal técnico con una buena preparación profesional. La generación, transporte y distribución de energía, al igual que la protección de las plantas que se sirven de la tecnología energética, además del aprovechamiento económico de los recursos, anda actualmente en boca de todos gracias al auge de las redes inteligentes (Smart Grid).



... tiene una gran influencia en la formación profesional

El sistema didáctico de Lucas-Nülle, dedicado a la tecnología energética, permite al personal docente explicar a los estudiantes, de manera clara y de acuerdo con la práctica, las relaciones que se presentan en este campo.

La ingeniería eléctrica abarca las áreas de generación, transporte, distribución y aprovechamiento de la energía eléctrica al igual que la tecnología de protección propia de esta área. El sistema es extremadamente variable y, por lo tanto, se puede adaptar en cualquier momento y sin problemas a las diferentes exigencias de la instrucción de operadores especializados, técnicos e ingenieros.



Sus ventajas

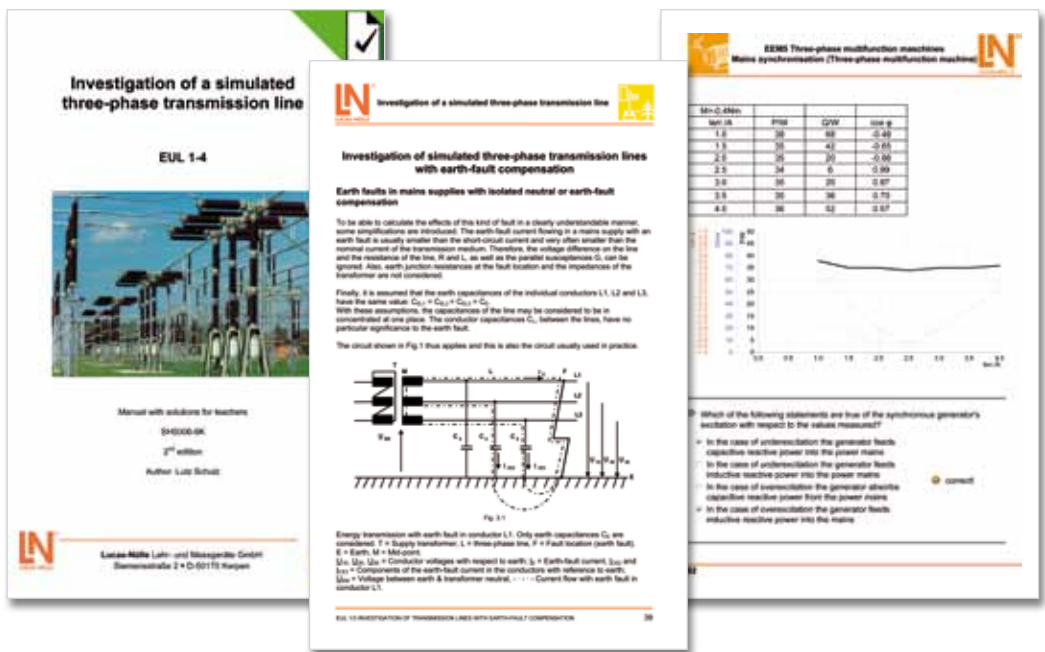
- Extenso programa que, partiendo de la generación de energía, aborda la tecnología empleada en su distribución hasta llegar a su aprovechamiento
- Integración de las energías renovables en la tecnología energética convencional
- Supervisión y control por medio del sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- Sistema de experimentación de estructura modular para estudiar paso a paso las relaciones propias del sistema
- La estructura de bus de todos los niveles de tensión permite una rápida y clara preparación de los montajes experimentales.
- Simulación realista de una línea de transmisión de 380 kV en longitudes de 300 km y 150 km
- Empleo de equipos industriales comunes en el comercio para la tecnología digital que marca el sendero del futuro
- Alta seguridad durante el trabajo gracias al empleo exclusivo de casquillos y cables de seguridad
- Tecnologías de protección para todas las áreas de la ingeniería eléctrica

Contenidos didácticos complejos presentados de manera viva

Material didáctico orientado a los proyectos y adecuado a todos los sistemas de capacitación

Manuales

Además de contener una descripción detallada de los experimentos, presentan también numerosos proyectos, ejemplos, ejercicios y soluciones.

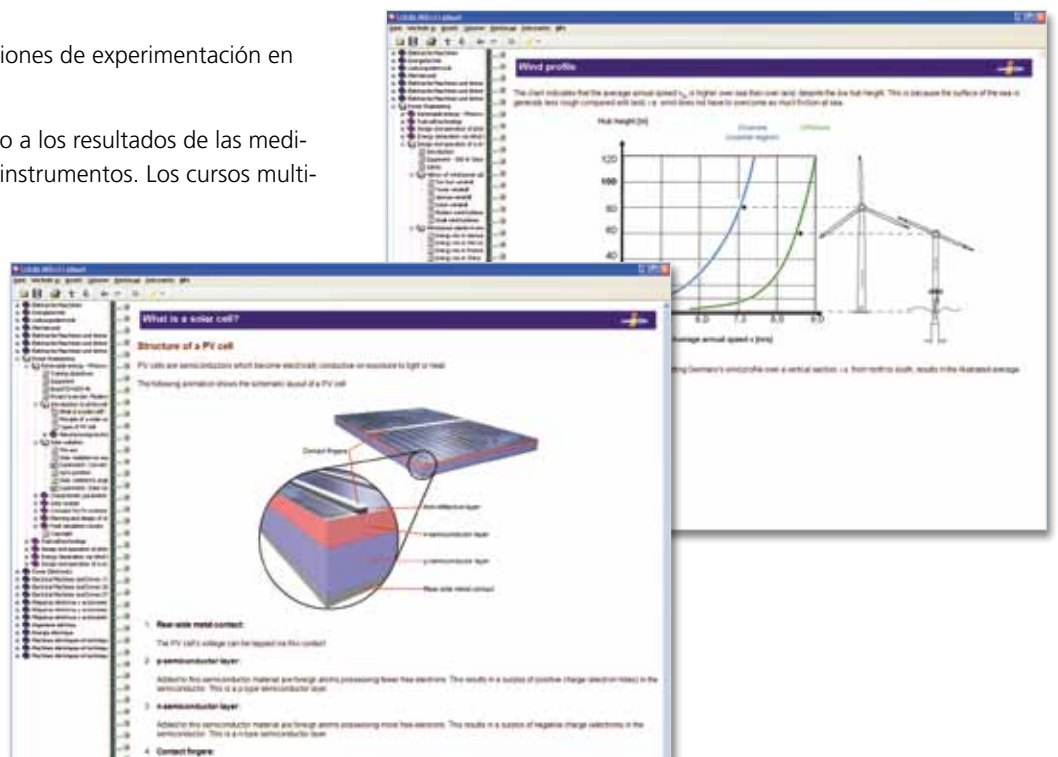


Cursos multimedia

Se dispone de muchas instrucciones de experimentación en forma de cursos multimedia.

Estos permiten el acceso directo a los resultados de las mediciones realizadas con distintos instrumentos. Los cursos multimedia contienen:

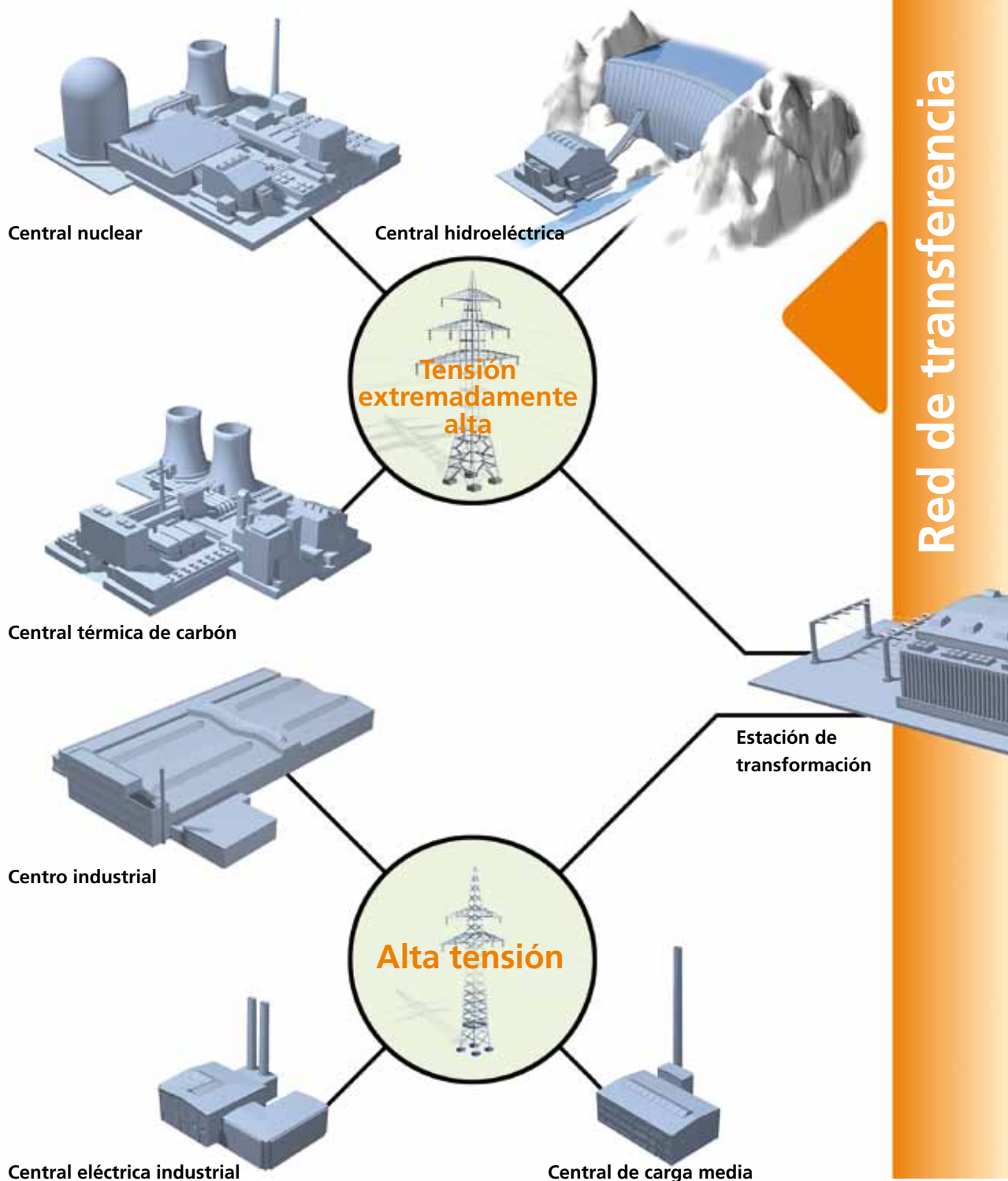
- Cuestionarios de verificación de conocimientos
- Montajes interactivos de experimentación
- Barras de navegación
- Teoría con animaciones



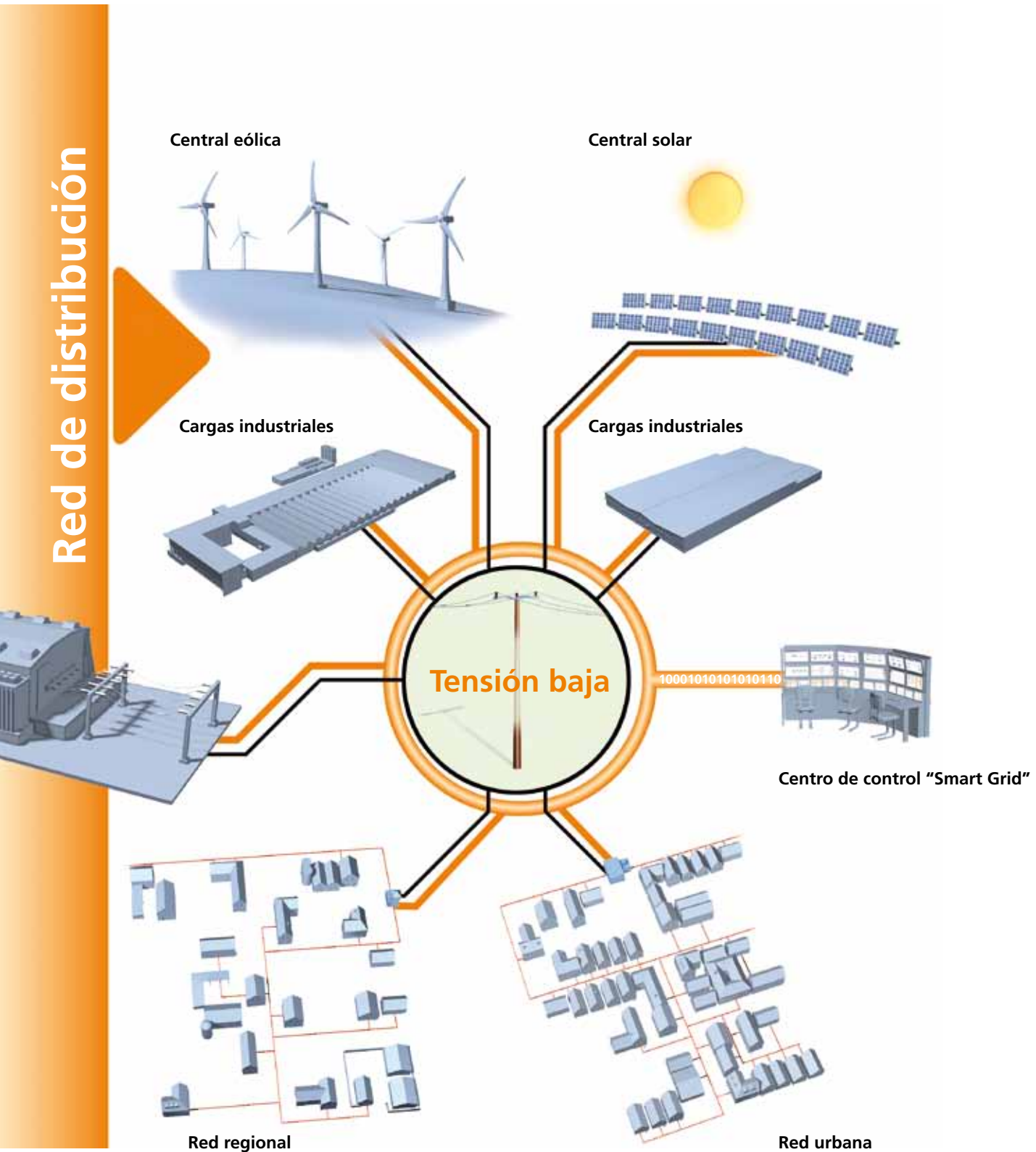
De la generación de energía al consumo

Las redes de corriente inteligentes del futuro

Con el equipamiento de Lucas-Nülle se puede implementar la simulación de una red de alimentación completa, lo cual abarca desde la generación de energía hasta su llegada al consumidor final.



Red de distribución



De la generación de energía al consumo

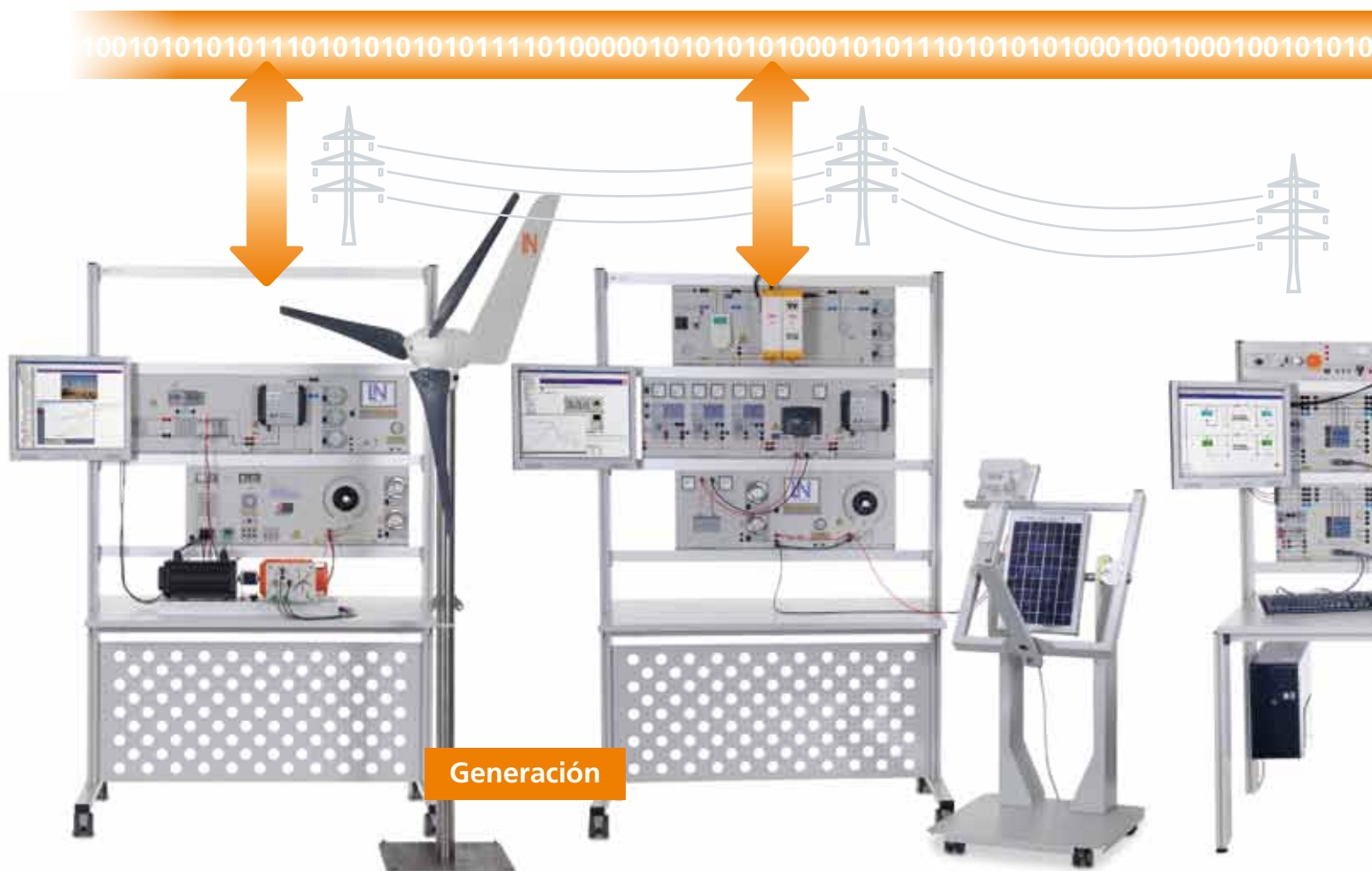
Sistemas conectados en red en el laboratorio de tecnología energética

El laboratorio inteligente

Los equipos de Lucas-Nülle GmbH, dedicados a la ingeniería eléctrica, se pueden combinar a discreción entre sí.

De esta manera, por ejemplo, en el laboratorio, la energía renovable generada se puede conducir a través de la red equivalente y adecuar por medio de transformadores para que alimente cualquier carga a través de las barras colectoras dobles. Todos los sistemas de bus de los equipos de medición y protección también se pueden combinar entre sí para proceder a su evaluación y control por medio del software SCADA for Power-Lab.

De esta manera, en el laboratorio, desaparecen todas las fronteras que limitan el montaje y el estudio de las redes inteligentes.





100100101010010101110001010101010001010101000010100101001001000010010100010101010



Transporte



Distribución



Consumo

De la generación de energía al consumo

Equipados de la mejor manera para el porvenir

“Smart Grid”: Redes inteligentes de corriente

En lo sucesivo, las nuevas tecnologías prepararán de mejor manera la red de corriente para hacer frente a las exigencias del futuro. Una gestión más flexible de la red debe posibilitar la compatibilidad de la creciente generación de energías renovables con la infraestructura convencional de las centrales eléctricas.

La diversidad y multiplicidad que caracteriza estas plantas descentralizadas requiere una nueva concepción de servicio y ésta se encuentra en la red inteligente “Smart Grid”:

- Coordinación mejorada del consumo y la generación de energía
- Empleo de la más moderna tecnología informática: Internet, sensores, controles en bucle cerrado y equipos de transmisión inalámbrica
- “Smart Metering”: en los terminales de la red de corriente, los contadores digitales miden el consumo.
- Posposición del consumo doméstico alejándolo de los periodos en los que se presentan cargas punta
- Inicio de aplicaciones flexibles (por ejemplo, lavado de ropa) directamente desde el suministrador de energía, en momentos en los que no se presenten cargas punta



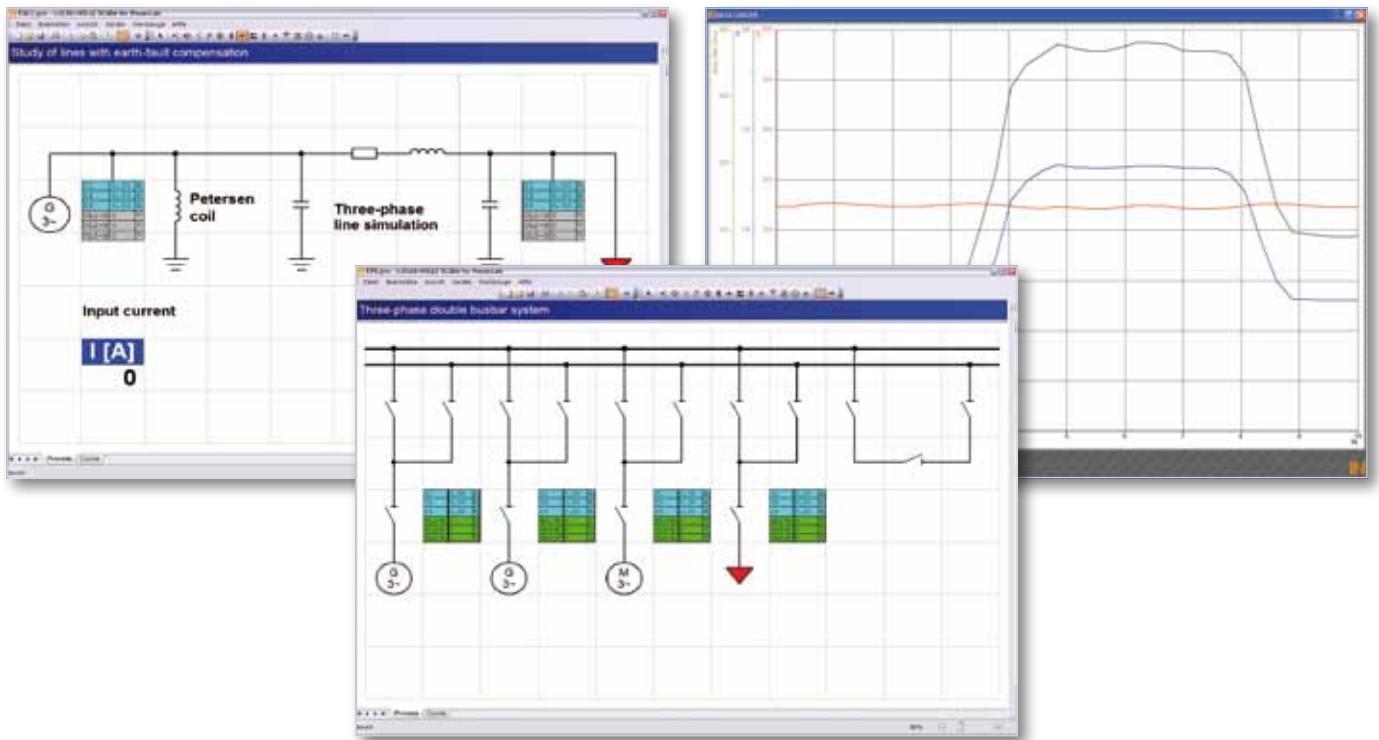
Los sistemas didácticos de Lucas-Nülle están preparados de la mejor manera para hacer frente a los nuevos retos:

- Instrumentos de medición inteligentes con diferentes interfaces de comunicación (por ejemplo: LAN, RS485, USB) y elementos de control
- Software SCADA Power-LAB para controlar y evaluar la red inteligente

SCADA Power-LAB Software

El concepto de "Supervisory Control and Data Acquisition" (SCADA) comprende la supervisión, control y detección de datos de procesos técnicos en tiempo real. En la ingeniería eléctrica, el sistema SCADA se emplea desde la generación de energía y su transmisión, sin dejar de lado la protección, hasta arribar al mismo consumo.

SCADA brinda al personal la posibilidad de realizar seguimientos e introducir datos mientras tiene lugar un proceso. Los valores de medición se representan en tiempo real en la pantalla. Es posible modificar las señales de control durante la realización del proceso. El sistema SCADA también puede ejercer automáticamente el control. La recepción de muchos valores de medición permite planificar de mejor manera el uso futuro y optimizar los recursos. El sistema se puede controlar a distancia por medio de redes locales (LAN).



Sus ventajas

- Ordenamiento simbólico en la pantalla de todos los equipos de tecnología energética de Lucas-Nülle
- Visualización de los valores de medición y estados del proceso
- Los parámetros y señales importantes se pueden controlar con el software.
- Los valores de medición de los equipos se pueden registrar y, en el transcurso del tiempo, es posible representarlos, evaluarlos y exportarlos.
- Implementación y análisis de redes inteligentes (Smart Grid)
- Cambio automático de barras colectoras

Todo de un solo vistazo

Protección de instalaciones de tecnología energética

SCADA

EGP

Protección de generadores

- Protección diferencial de generadores
- Protección temporizada contra sobreintensidad de corriente
- Protección contra retorno de potencia
- Protección contra sobretensión y subtenensión
- Protección contra fallos a tierra en el estátor
- Protección contra fallos a tierra en el rotor

SCADA

ETP

Protección de transformadores

- Protección diferencial de transformadores
- Protección temporizada contra sobreintensidad de corriente

Análisis de instalaciones de tecnología energética

SCADA

EUG

Generación de energía

- Generadores síncronos de corriente trifásica
- Circuitos de sincronización
- Control automático del factor de potencia y de la potencia

Generación de energías renovables

- Energía eólica
- Energía fotovoltaica
- Pila de combustible



SCADA

EUT

Transformador

- Transformador en circuito abierto y en cortocircuito
- Transformador con carga resistiva, inductiva y capacitiva
- Funcionamiento en paralelo de transformadores
- Suministro de corriente para diferentes grupos de distribución



Fundamentos de la ingeniería eléctrica

Fundamentos de electrotecnia

- Tecnología de corriente continua
- Tecnología de corriente alterna
- Tecnología de corriente trifásica
- Magnetismo y electromagnetismo
- Mediciones con el multímetro



SCADA

ELP

Protección de línea

- Protección contra sobretensión y subtensión
- Protección direccional de líneas
- Protección temporizada contra sobrecorriente
- Protección contra fallos a tierra
- Protección de líneas en paralelo
- Protección a distancia

SCADA

EDP

Protección de barras colectoras

- Protección contra sobrecorriente para barras colectoras dobles

SCADA

ECP

Protección de cargas eléctricas

- Protección de máquinas eléctricas
- Relé de gestión del motor

SCADA

EUL

Transmisión de energía

- Análisis de líneas de corriente trifásica
- Análisis de líneas conectadas en paralelo
- Análisis de líneas compensadas por bobina de extinción
- Análisis de sistemas de transmisión con generador síncrono

SCADA

EPD

Distribución de energía

- Sistema trifásico de barras colectoras dobles
- Cambio manual de barras colectoras
- Cambio automático con PC de barras colectoras

SCADA

EUC

Consumo de energía

- Cargas complejas
- Compensación de potencia reactiva
- Medición de consumo de energía
- Control de cargas punta
- Gestión de energía

EUB

Transformadores de corriente y tensión

- Transformadores de corriente para dispositivos de protección
- Transformadores de tensión para dispositivos de protección

ENU

Redes y modelos

- Fenómenos transitorios en redes de corriente continua y alterna
- Modelos de redes de corriente continua

UniTrain
SYSTEM

Más que un sistema de capacitación

Solución completa de laboratorio de tecnología energética

Contenidos de enseñanza completos,
presentados de manera viva, con
material didáctico moderno

Energías renovables:
fuerza eólica, pilas de combustible, efecto fotovoltaico



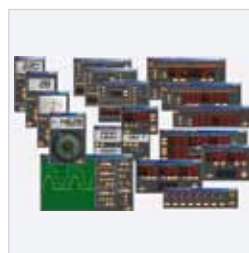
Smart Grid: con el sistema SCADA es posible medir y controlar el flujo total de energía

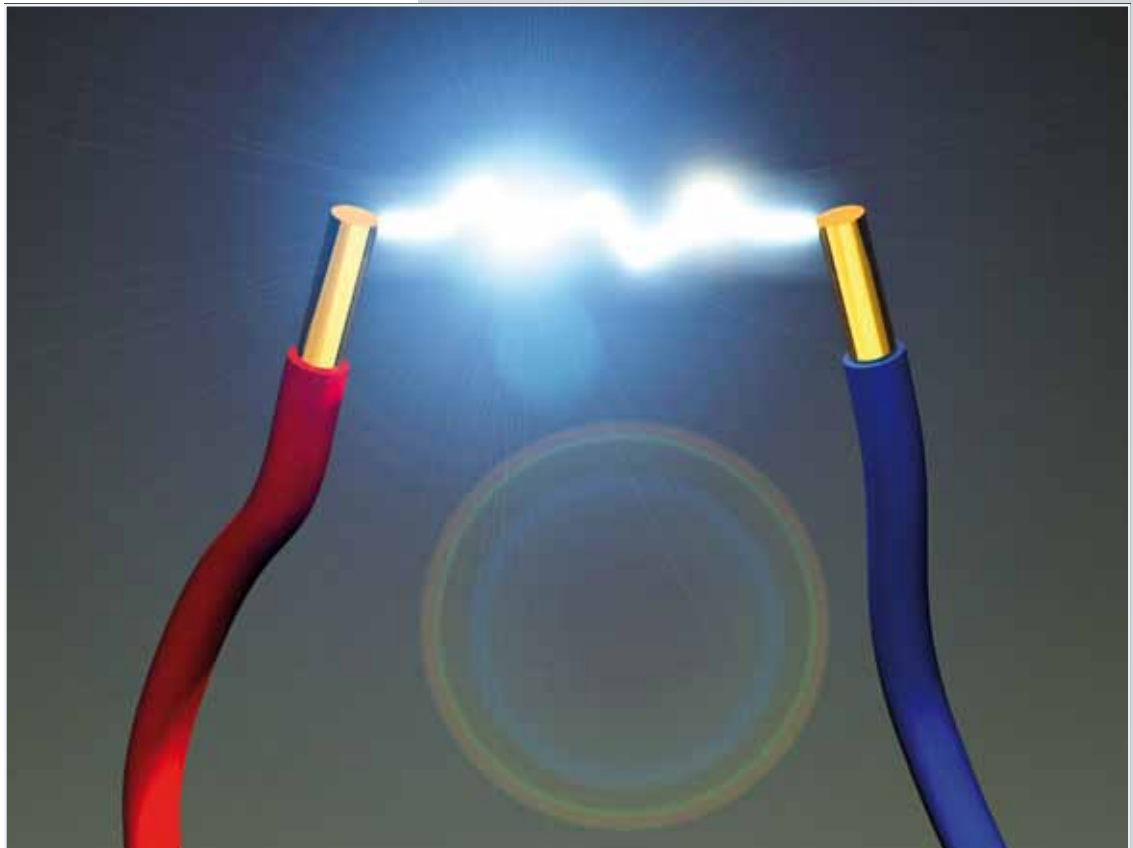
SCADA



Soluciones completas para la ingeniería eléctrica que van desde la generación, transmisión y distribución de energía hasta el consumo

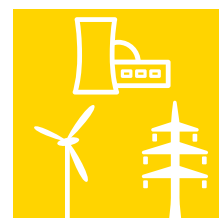
Transmisión multimedia de conocimientos con UniTrain-I





Fundamentos de tecnología energética

Tecnología de corriente continua (UniTrain-I)	20
Tecnología de corriente alterna (UniTrain-I)	21
Tecnología de corriente trifásica (UniTrain-I)	22
Magnetismo y electromagnetismo (UniTrain-I)	23
Mediciones con el multímetro (UniTrain-I)	24
Redes y modelos de redes (UniTrain-I)	25
Transformadores de corriente y tensión	26



Fundamentos de tecnología energética

Introducción multimedia y en conformidad con la práctica a la tecnología energética

El sistema de experimentación y capacitación multimedia UniTrain-I guía al estudiante a través de la teoría y de experimentos dirigidos por medio de un software claramente estructurado, que se sirve de textos, gráficos, animaciones y pruebas de conocimientos. Además del software didáctico, cada curso incluye un juego de tarjetas de experimentación, con el que se pueden ejecutar las tareas prácticas. Los cursos multimedia UniTrain-I de tecnología energética permiten echar un vistazo en las cuestiones actuales de esta área por medio de numerosos experimentos y animaciones. En diferentes cursos se abordan los fundamentos de las tecnologías de corriente continua, alterna y trifásica, al igual que los fenómenos que ocurren en las redes de distribución. Recurriendo a tensiones bajas de protección, no peligrosas, se reproducen en los experimentos los procesos típicos que requieren mayor atención durante la generación y distribución de energía eléctrica.



Sus ventajas

- Teoría y práctica al mismo tiempo y en el mismo lugar
- Alta motivación de los estudiantes gracias al uso del PC y de medios didácticos nuevos
- Éxito inmediato gracias a la guía estructurada del curso
- Rápida comprensión por medio de teoría ilustrada con animaciones
- Adquisición de la capacidad de actuar gracias a la experimentación propia
- Constante flujo de comentarios por medio del planteamiento de preguntas de comprensión y de pruebas de conocimientos
- Localización de fallos guiada por simulador integrado
- Seguridad gracias al empleo de tensiones bajas de protección
- Amplia selección de cursos
- Soluciones modelo para los instructores

Sistema UniTrain-I

- Laboratorio portátil completo
- Cursos multimedia
- Interfaz de medición y control de alta tecnología
- Teoría y práctica simultáneas



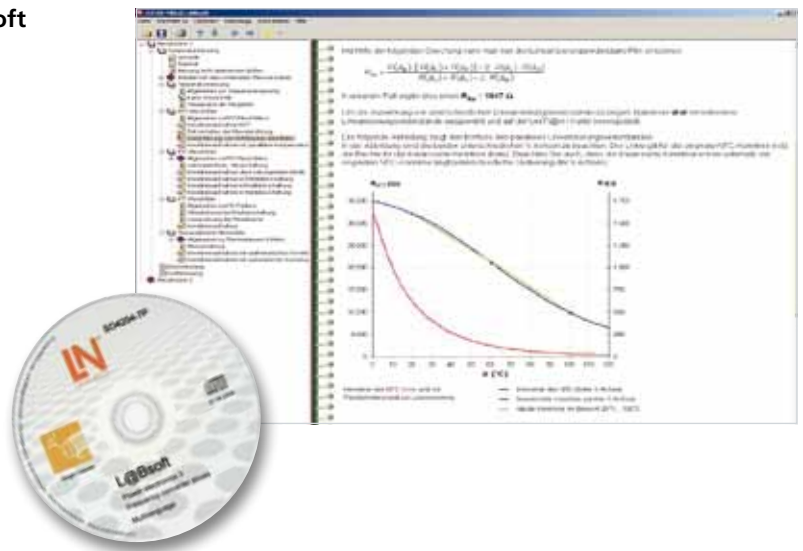
Instrumentos de medición y fuentes de alimentación integrados

- Multímetro, amperímetro, voltímetro
- Osciloscopio de 2 canales con memoria
- Generador de funciones y de ondas
- Fuente de alimentación triple de c.a. y c.c.
- Fuente de alimentación de corriente trifásica
- ... y muchos otros instrumentos



Software de aprendizaje y experimentación LabSoft

- Amplia selección de cursos
- Amplia sección teórica
- Animaciones
- Experimentos interactivos con instrucciones
- Navegación libre
- Documentación de los resultados de medición
- Pruebas de conocimientos disponibles en el idioma del usuario



Tecnología de corriente continua

Corriente, tensión y circuitos de resistencias

Aprendizaje orientado a la práctica de los fundamentos electrotécnicos de corriente, tensión y resistencia. En el curso se explican ilustrativamente las leyes de la electrotecnia recurriendo a numerosos experimentos, animaciones y textos de fácil comprensión.



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Conceptos básicos: carga eléctrica, campo eléctrico, corriente, tensión, resistencia y potencia
- Manipulación de fuentes de tensión e instrumentos de medición
- Comprobación experimental de las leyes de Ohm y de Kirchhoff
- Mediciones en circuitos en serie y en paralelo y en divisores de tensión
- Registro de características de resistencias variables (LDR, NTC, PTC, VDR)
- Análisis de bobinas y condensadores en el circuito de corriente continua
- Localización de fallos

Tecnología de corriente alterna

Inductancia, capacidad, circuito resonante y transformador

¿Cuál es la respuesta de las bobinas y los condensadores ante el flujo de corriente alterna? ¿Qué es un circuito resonante y cómo funciona un transformador?



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Valores característicos periódicos y señales sinusoidales
- Trabajo con diagramas de vectores
- Determinación experimental de los valores de reactancia de la bobina y el condensador
- Explicación de los conceptos de potencia activa, reactiva y aparente
- Determinación de la respuesta en frecuencia de circuitos de filtrado sencillos
- Circuitos eléctricos resonantes: resonancia, calidad, ancho de banda y frecuencia de corte
- Medición de la respuesta en frecuencia de circuitos resonantes conectados en serie y en paralelo
- Mediciones de carga, de circuito abierto y de cortocircuito
- Respuesta en frecuencia de transformadores y transmisores
- Localización de fallos

Tecnología de corriente trifásica

Circuito estrella y triángulo, generador de corriente trifásica

La corriente trifásica tiene una importancia significativa en la ingeniería eléctrica y en la de accionamientos, no sólo en la producción y en la transmisión de la energía sino también en lo que tiene que ver con el alto rendimiento de las máquinas industriales.



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Mediciones de magnitudes de fase y de conducción en una red de corriente trifásica
- Determinación experimental de las leyes que actúan entre las tensiones de conducción y de fase
- Cargas resistivas y capacitivas en circuitos estrella y triángulo
- Desfase entre tensiones de conducción y de fase
- Medición de las corrientes de compensación en el conductor neutro
- Consecuencias de los cortes de línea del conductor neutro
- Mediciones de corriente y tensión con cargas simétricas y asimétricas
- Medición de potencia en una carga de corriente trifásica

Magnetismo y electromagnetismo

Campo magnético, inducción, componentes

La electricidad y el magnetismo están íntimamente relacionados. Muchos componentes de la electrotecnia aprovechan los efectos (electro) magnéticos.



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Magnetismo: polo magnético, campo magnético, líneas e intensidad de campo
- Materiales fuerte o débilmente magnéticos, histéresis
- Análisis del campo magnético de un conductor por el que fluye corriente
- Análisis del campo magnético de una bobina (con y sin núcleo)
- Inducción electromagnética y fuerza de Lorentz
- Estructura y funcionamiento de un transformador
- Análisis por medición técnica de un transformador con diferentes cargas
- Estructura y funcionamiento de componentes electromagnéticos: relé, interruptor de láminas (reed), interruptor de efecto Hall
- Análisis de circuitos de aplicación

Mediciones con el multímetro

Medición de corriente, tensión, resistencias y diodos

Es necesario medir correctamente y trabajar con seguridad: en el curso se entrena el manejo seguro de instrumentos múltiples de medición, comunes en el mercado, a partir de numerosos ejercicios y animaciones.



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Conocimiento de los elementos de servicio de un multímetro
- Fuentes de peligro durante las mediciones que se realizan en circuitos eléctricos
- Medición de tensiones continuas y alternas con el multímetro
- Medición de corrientes continuas y alternas con el multímetro
- Mediciones de resistencias y diodos
- Compensación de cero y mediciones de paso
- Calibración del rango de medición
- Reconocimiento de las posibles fuentes de errores en las mediciones
- Determinación de los componentes que forman un circuito desconocido por medio de mediciones de corriente y tensión

Redes y modelos de redes

Fenómenos transitorios en las redes de corriente continua y alterna

La estructura de las redes que sirven para la distribución de la energía eléctrica está formada por líneas conectadas en paralelo o en serie. En las redes de tensión baja, media y alta tienen lugar dos procesos diferentes: los estacionarios (cargas constantes) y los fenómenos transitorios. Estos últimos surgen si se produce un cortocircuito o, también, si aparece otro tipo de fallos. También las operaciones de conmutación, bajo determinadas circunstancias, pueden llevar a la aparición de este tipo de fenómenos. Recurriendo a tensiones bajas de protección, no peligrosas, en los experimentos se reproducen fenómenos típicos, que requieren mayor atención durante la generación y distribución de la energía eléctrica.



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Conocimiento de la importancia de los procesos de conmutación en las redes de energía
- Enumeración de los efectos (peligros) que provocan las operaciones de conmutación en las redes
- Análisis experimental de las curvas de corriente y tensión tras la aplicación de una tensión continua
- Estudio de la influencia de diferentes cargas (R, L, C) sobre la curva de la señal
- Análisis experimental de la trayectoria de las curvas de corriente y tensión tras la aplicación de una tensión alterna
- Estudio de la influencia del instante de conexión y desconexión
- Mediciones de la curva de la señal con diferentes instantes de desconexión
- Determinación del instante óptimo de conmutación
- Análisis de los procesos de conexión y desconexión con cargas complejas (R, L, C) y diferentes instantes de conmutación

Transformadores de corriente y tensión

Transformadores de corriente para dispositivos de protección

En las distintas tareas de la ingeniería eléctrica se utiliza una gran variedad de transformadores de corriente y tensión. En los experimentos se analiza, en conformidad con la práctica, la respuesta de transmisión, el factor de sobreintensidad de corriente, los fallos de valor absoluto y los errores angulares que ocurren, por ejemplo, ante la aparición de cargas diferentes. Además, se pueden analizar las exigencias necesarias para hacer frente al funcionamiento normal, a cortocircuitos y a fallos asimétricos.



Ejemplo de experimento: "Transformador, EUB 1"

Contenidos de aprendizaje

- Corriente secundaria de los transformadores de corriente como función de la corriente primaria
- Influencia de la carga sobre fallos de corriente
- Comprobación del factor de sobreintensidad nominal de corriente
- Circuito de transformador de corriente en red trifilar
- Circuito de transformador de corriente en red de cuatro hilos
- Determinación de la corriente nula

Transformador de tensión para dispositivos de protección

La protección de las instalaciones y sus componentes no depende únicamente de los dispositivos que selectivamente se integran con este propósito, sino también de la detección y medición correctas de las corrientes y tensiones de fallo mínimas. Si el punto neutro se configura de diferentes maneras, es necesario utilizar distintos circuitos de medición para detectar y localizar los posibles tipos de fallos.



Ejemplo de experimento: "Transformador de tensión, EUB 2"

Contenidos de aprendizaje

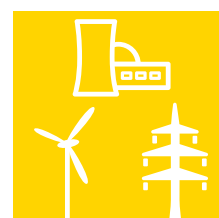
- Curvas características del transformador de tensión
- Cálculo de fallos de tensión y de clases de precisión
- Influencia de la carga sobre la relación de transformación
- Transformador de tensión trifásico en una red en buen estado
- Transformador de tensión trifásico en red con fallo a tierra en el primario



Fuente: Woodward SEG

Generación de energía

Máquinas síncronas (UniTrain-I)	32
Control de generadores y sincronización	33
Protección de generadores	35



Generación de energía

Utilización de generadores síncronos trifásicos

En esta área, para los experimentos básicos con generadores de corriente trifásica, se dispone de circuitos de sincronización manuales y automáticos, así como de la posibilidad de realizar experimentos dedicados al factor automático de potencia (control de coseno ϕ) y al control de la potencia. Por tanto, con este módulo, se puede simular una central eléctrica de funcionamiento en isla o interconectada. Por otra parte, es necesaria una protección eficaz de los generadores contra fallos internos y externos. Esto presupone la integración de numerosos dispositivos de seguridad.



Generadores síncronos de corriente trifásica

La energía eléctrica se produce, principalmente, con generadores de corriente trifásica. Esto es válido para las centrales eléctricas al igual que para grupos electrógenos y generadores eólicos. Estos generadores se deben proteger eficazmente contra fallos internos y externos por medio de múltiples dispositivos.



Fuente: Woodward SEG

Banco de pruebas de servomotor

Un componente importante del equipamiento de tecnología energética es el banco de pruebas de servomotores, un sistema de verificación completo para el análisis de máquinas eléctricas y generadores. Consta de una unidad de control digital, un servoaccionamiento y el software ActiveServo. El sistema conjuga la tecnología más moderna con una manipulación sencilla. Junto a los accionamientos y frenos, es posible simular con realismo modelos de máquinas de trabajo. Esto permite analizar en el laboratorio motores, generadores y accionamientos, bajo las condiciones que se presentan típicamente en la industria.



Sistemas de capacitación

Nuestros sistemas de capacitación cubren los siguientes temas:

- Generadores síncronos UniTrain-I de corriente trifásica
- Sistema de paneles de experimentación: "Control de generadores y sincronización"
- Sistema de paneles de experimentación: "Protección de generadores"



Máquinas síncronas

Máquina con rotor de anillos colectores, máquina síncrona, máquina de reluctancia

El futuro pertenece a los motores de reluctancia. Actualmente se encuentran muy difundidas las máquinas de corriente trifásica con rotor síncrono y de anillos colectores.



UniTrain
SYSTEM

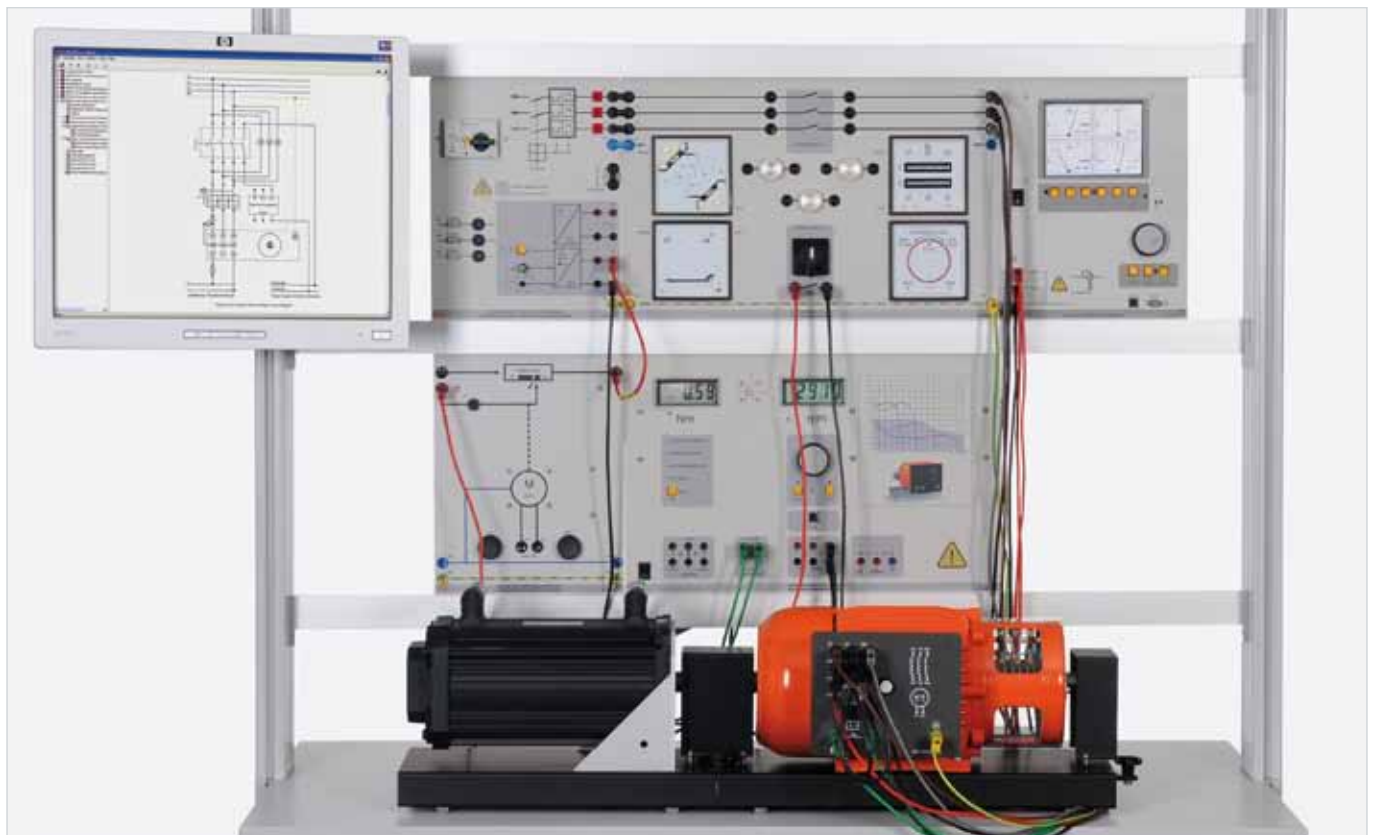
Contenidos de aprendizaje

- Explicación de esta tecnología y su aplicación en la práctica
- Clarificación de las nociones físicas necesarias para la comprensión del tema
- Puesta en marcha de máquinas con resistencias de arranque y frecuencia variable
- Control de la velocidad de giro
- Ejecución de diferentes experimentos:
 - conexión de motor con rotor de anillos colectores
 - influencia de los devanados de rotor abiertos o cableados
 - efecto de diferentes tensiones de excitación

Control de generadores y sincronización

Circuitos de sincronización de activación manual

La energía eléctrica se produce, principalmente, por medio de generadores de corriente trifásica. Esto es válido para las centrales eléctricas al igual que para grupos electrógenos o generadores eólicos. Además de los experimentos básicos, dedicados a los generadores síncronos de corriente trifásica, se llevan a cabo diferentes ensayos relacionados con el tema de los circuitos de sincronización activados manualmente.



Ejemplo de experimento: "Circuitos de sincronización de activación manual, EUG 1"

Contenidos de aprendizaje

- Método de las lámparas apagadas
- Método de las lámparas encendidas
- Método de las dos lámparas encendidas y una apagada
- Generación de potencia activa
- Generación de potencia reactiva inductiva
- Generación de potencia reactiva capacitiva

Control de generadores y sincronización

Circuitos de sincronización automática, control de potencia y del factor de potencia

Además de los experimentos relacionados con los circuitos de sincronización automática, se realizan ensayos dedicados al control también automático del factor de potencia (coseno ϕ) y de la potencia. De esta manera se puede simular una central eléctrica de funcionamiento en isla o interconectada.



Ejemplo de experimento: "Circuitos de sincronización automática, EUG 2"

Contenidos de aprendizaje

Circuitos automáticos de sincronización

- Puesta en marcha y parametrización del equipo de automatización
- Sincronización en operación de prueba
- Sincronización en la red real
- Respuesta del equipo de automatización ante programación fallida

Control automático del factor de potencia

- Parametrización del controlador automático de coseno ϕ
- Sincronización del generador con la red
- Control del coseno ϕ del generador síncrono
- Control del coseno ϕ de la red

Control automático de potencia

- Parametrización del controlador automático de potencia
- Sincronización del generador con la red
- Respuesta del controlador de potencia a la variable de referencia y a las perturbaciones
- Sensibilidad y orientación de la acción del controlador de potencia

Protección de generadores

Relé multifunción

Un cuidado efectivo contra fallos internos o externos de los generadores presupone el empleo de una gran cantidad de dispositivos. La protección temporizada contra sobreintensidad de corriente forma parte de la seguridad de reserva de los generadores y es también aplicable contra fallos externos como, por ejemplo, cortocircuitos o sobrecargas. Con la protección de fallo a tierra en el estátor se detectan este tipo de problemas. Los estudios sobre protección contra retorno de potencia y cargas desequilibradas, al igual que contra sobretensión y subtensión, completan la serie de experimentos "EGP" dedicados a garantizar la seguridad de los generadores.



Ejemplo de experimento: "Protección de generadores, EGP"

Contenidos de aprendizaje

Protección temporizada contra sobreintensidad de corriente

- Respuesta de reacción y desconexión ante fallos monopolares y tripolares
- Determinación de los tiempos de reacción

Protección contra carga desequilibrada

- Respuesta de reacción y desconexión ante carga desequilibrada
- Determinación de la respuesta de reposición y de los tiempos de reacción
- Determinación de la curva característica de relé $TA = f$

Protección contra potencia de retorno

- Sincronización del generador con la red
- Reconocimiento de la circulación de potencia de retorno y desconexión del generador

Protección contra sobretensión y subtensión

- Reacciones ante fallos de fase
- Detección de tiempos de excitación y de reacción

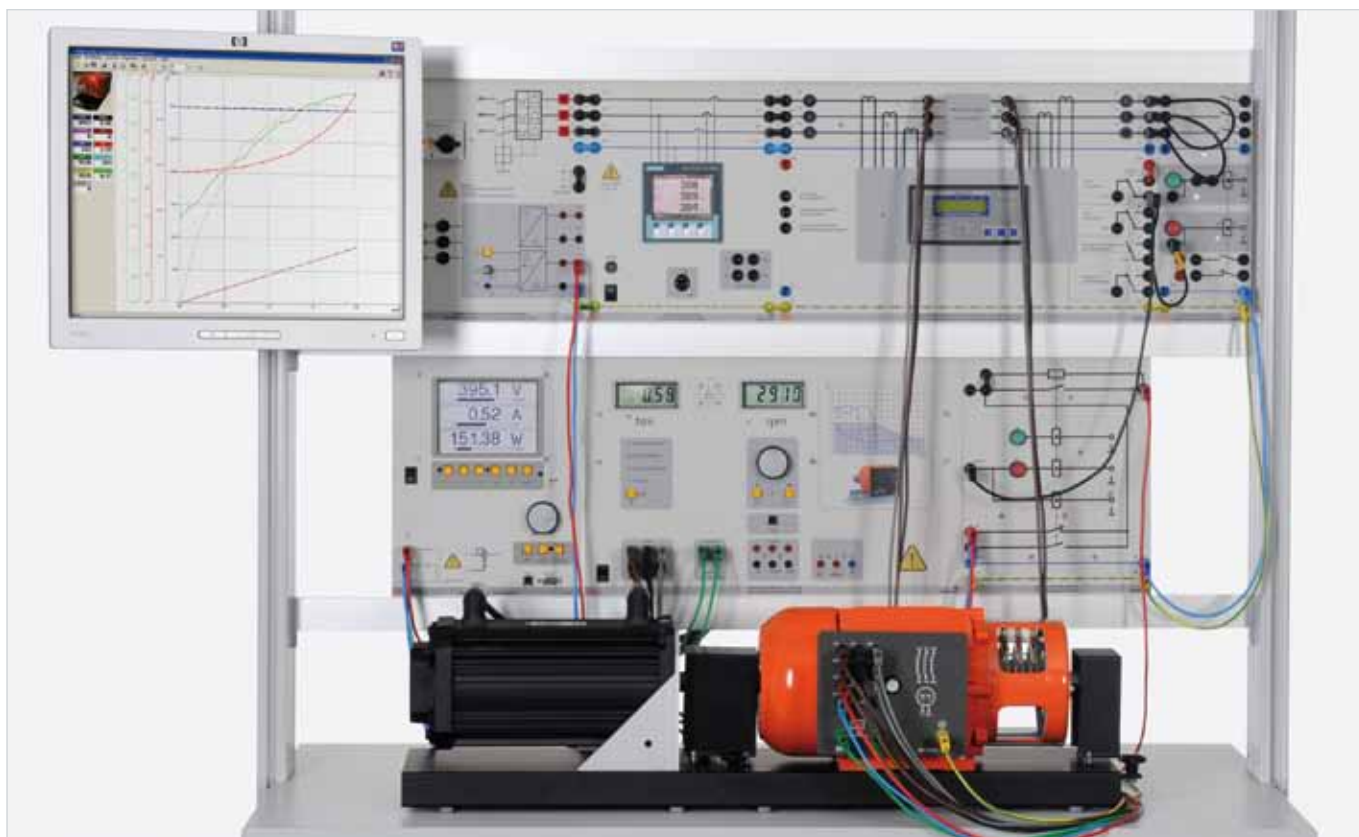
Protección contra fallos a tierra en el estátor

- Detección de las tensiones del sistema en funcionamiento normal o con fallos a tierra en el estátor
- Medición de los tiempos de reacción
- Cálculo de la corriente de puesta a tierra

Protección de generadores

Protección diferencial de generadores

La protección diferencial de generadores contra fallos internos como, por ejemplo, cortocircuitos, cortocircuitos entre espiras o en el devanado, o contacto a tierra a dos fases, sirve como elemento principal de seguridad.



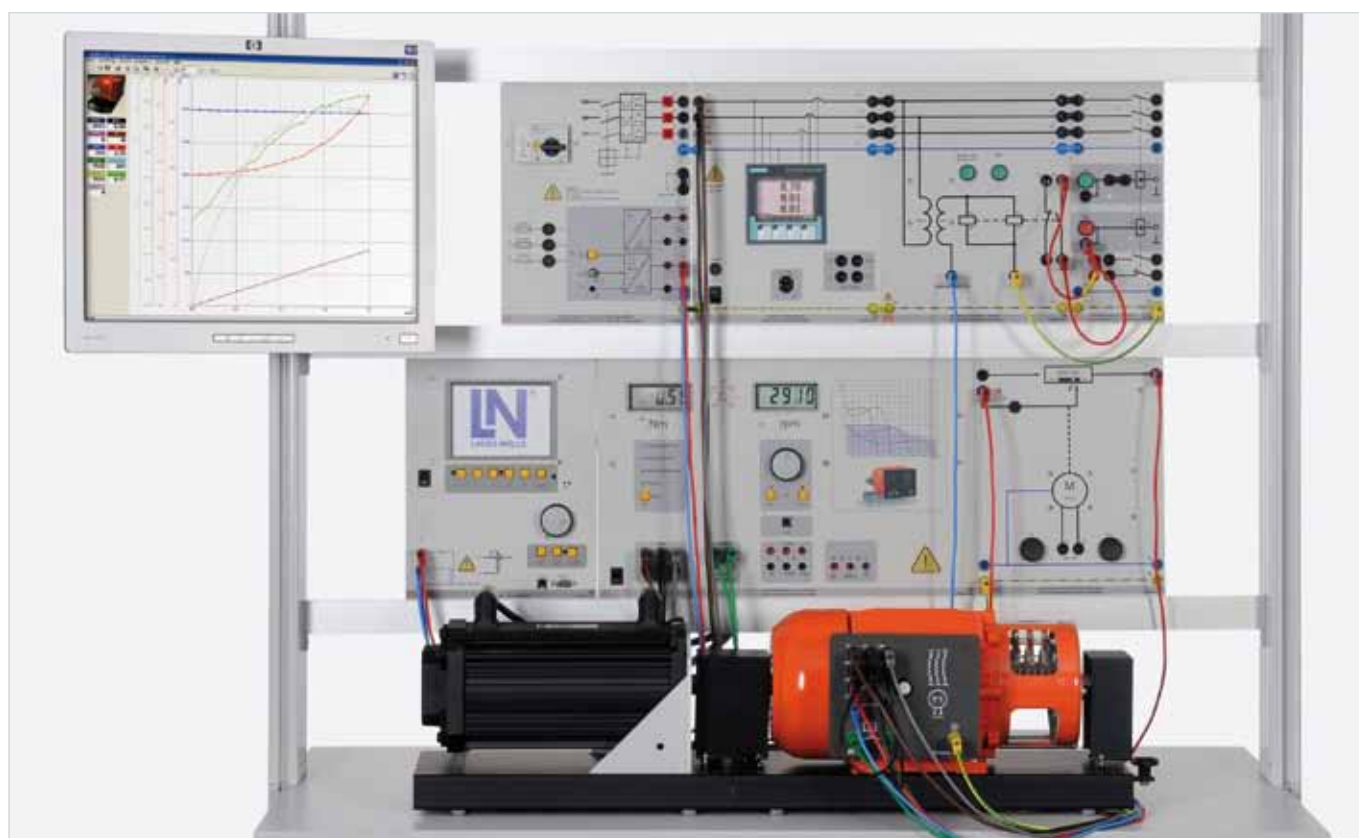
Ejemplo de experimento: "Protección diferencial de generadores, EGP 2"

Contenidos de aprendizaje

- Cálculo de los valores de reacción del dispositivo de protección
- Reconocimiento de fallos dentro del rango de protección
- Verificación de la activación y la desexcitación en el caso de fallos que se encuentren dentro y fuera del rango de protección
- Desconexión y desexcitación del generador
- Medición de las corrientes de activación de la protección contra fallos simétricos y asimétricos
- Comparación entre los valores de medición y los de ajuste

Protección contra fallos a tierra en el rotor

Esta protección se emplea para la detección de fallos de puesta a tierra en el circuito de corriente de excitación de las máquinas síncronas.



Ejemplo de experimento: "Protección de generadores, fallos a tierra en el rotor, EGP 3"

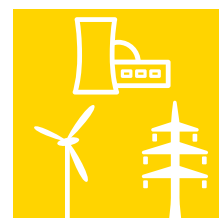
Contenidos de aprendizaje

- Puesta en marcha de generadores síncronos
- Análisis en funcionamiento normal y con fallos a tierra en el rotor
- Medición de la corriente de fallo a tierra en el rotor
- Relé de fallo a tierra en el rotor durante el funcionamiento con contacto a tierra:
 - conexión y prueba del relé de fallos a tierra en el rotor
 - determinación previa de diferentes cortocircuitos de fallos a tierra en el rotor
 - comprobación del aviso de fallo y de la desconexión



Generación de energías renovables

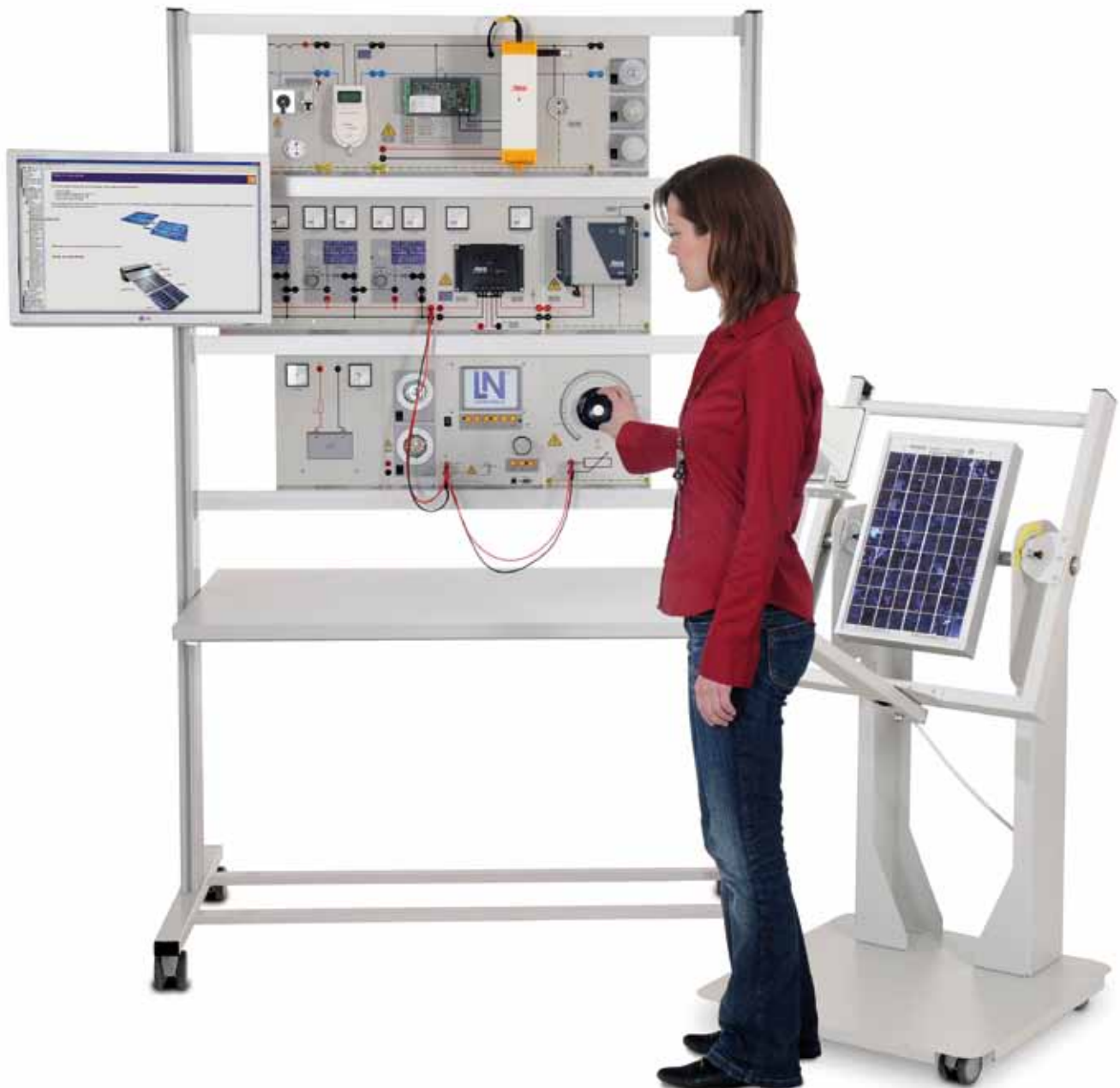
Energía fotovoltaica (UniTrain-I)	42
Curso avanzado de energía fotovoltaica	44
Plantas eléctricas eólicas	48
Plantas eólicas pequeñas	52
Tecnología de pilas de combustible (UniTrain-I)	54
Curso avanzado de tecnología de pilas de combustible	56



Generación de energías renovables

Inagotable, sostenible, real: el futuro es verde

Cada vez cobra mayor impulso el cambio hacia las energías renovables, alejadas del uso del carbón, el petróleo y las centrales nucleares. Hoy en día, la técnica ha avanzado tanto que la radiación solar, la fuerza eólica, el hidrógeno y las biomásas se pueden aprovechar como portadores de energía ecológicos. Para que esta tendencia pueda continuar, en todo el mundo se busca personal técnico con una buena preparación profesional. Actualmente las tecnologías varían vertiginosamente. En consecuencia, se elevan las exigencias que se plantean a la formación académica. Lucas-Nülle posee los sistemas didácticos adecuados, que cumplen con los requerimientos del mundo, cada vez más complejo, de la capacitación profesional.



Perspectivas luminosas con la tecnología fotovoltaica

- Abu Dabi anuncia en Masdar la inversión de alrededor de dos mil millones de dólares americanos en la fabricación de módulos fotovoltaicos de capa delgada.
- En Silicon Valley nace la planta más grande de corriente solar de EE UU con una potencia nominal de 25 megavatios.
- En Alemania, la potencia fotovoltaica instalada ya llega a 5 gigavatios. Esta potencia corresponde a la de cinco bloques modernos de centrales de energía. Paso a paso, hasta 2020, esta potencia deberá llegar a 40 GW.



Un futuro intacto gracias a la energía eólica

- Pronóstico para Alemania: en 2030, el 25% de la corriente eléctrica provendrá de la fuerza eólica.
- Una planta de energía que genere 3,0 megavatios ahorra anualmente 13.000 barriles de petróleo o 10.000 toneladas de CO₂.



La pila de combustible: un acumulador de energía de largo alcance

- Aplicación en vehículos libres de emisiones
- Universalización como fuente de alimentación de corriente de emergencia
- Aplicación como planta de cogeneración



Energía fotovoltaica

Perspectivas con el curso de energía fotovoltaica

En tiempos en que los costes ascienden y se tiene una mayor conciencia ecológica, la tecnología fotovoltaica representa una alternativa interesante frente a la generación tradicional de energía. Con el panel fotovoltaico, no sólo podrá conocer y analizar los fundamentos de las celdas solares sino que también podrá simular el funcionamiento de un sistema de esta naturaleza operando como fuente de alimentación directa de una carga o como acumulador.

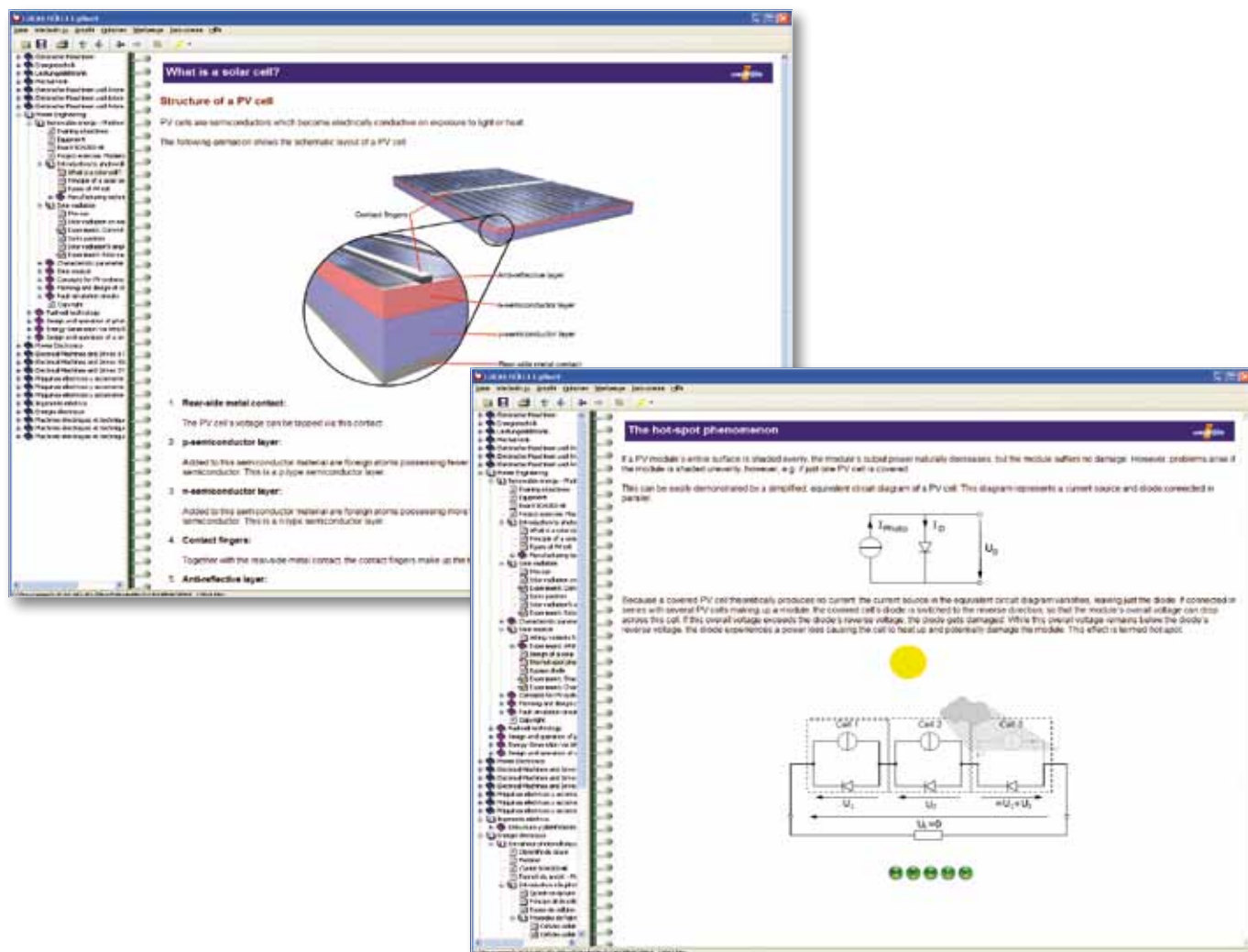


UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Conocimiento del principio de funcionamiento y el modo de operación de las pilas solares
- Registro de curvas características de un módulo solar
- Explicación acerca de la manera en que la corriente y la tensión de un módulo solar dependen de la temperatura, la intensidad de radiación y del ángulo de incidencia de la luz
- Conocimiento de las conexiones en serie y en paralelo de las celdas solares al igual que de otros tipos de cableados
- Conocimiento del proceso de fabricación de las células solares
- Explicación acerca de los diferentes tipos de células solares
- Conocimiento de la estructura de una pila solar
- Conocimiento de diferentes tipos de plantas solares
- Estructura de una red de funcionamiento en isla con pila solar

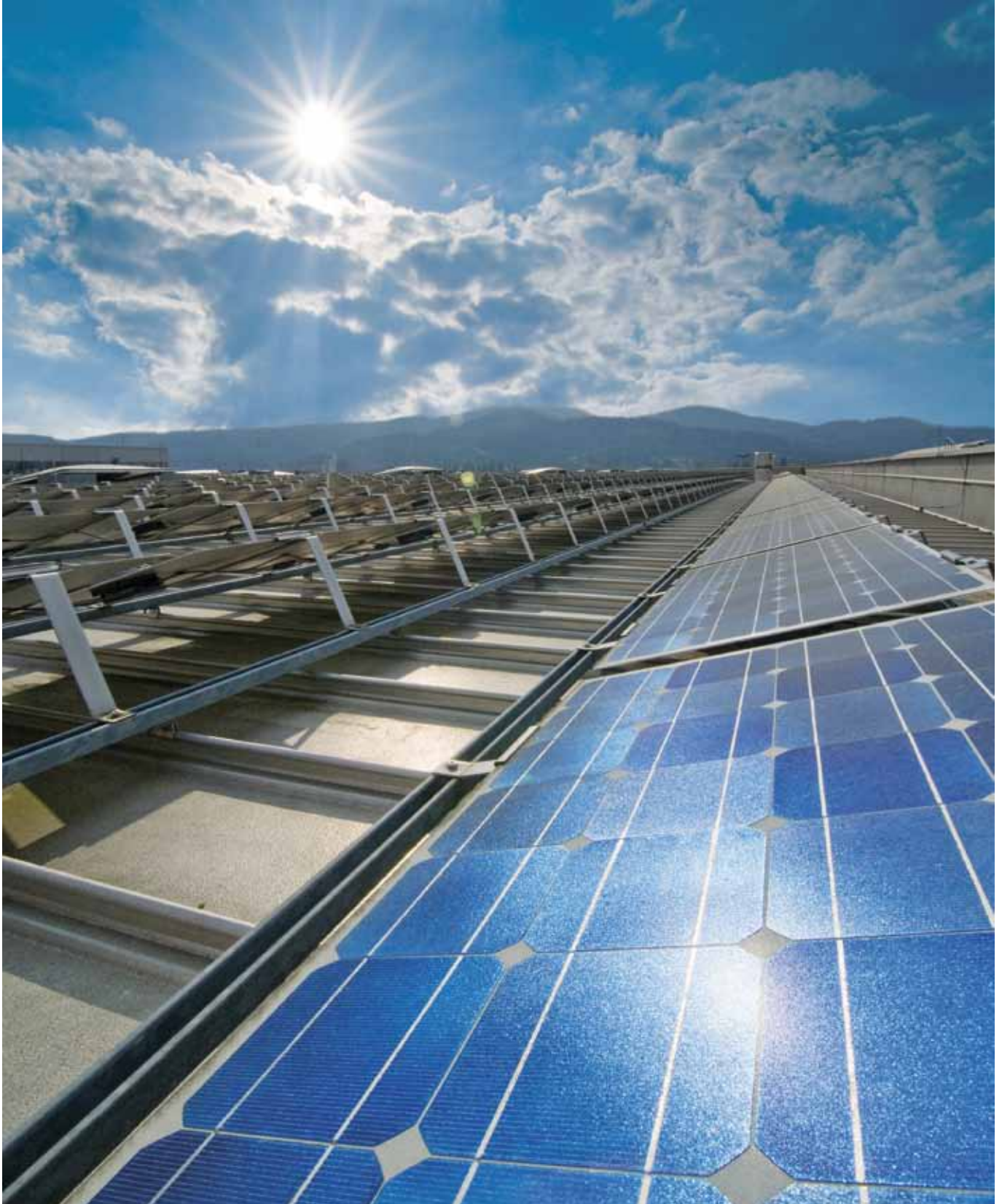
El curso multimedia apoya la experimentación



Sus ventajas

- Transmisión de conocimientos y saber hacer por medio del curso multimedia UniTrain-I
- Equipamiento completo con todos los componentes necesarios
- Evaluación de datos de medición asistida por PC
- El sistema trabaja con 12 V
- El sistema apoyado con simulación de fallos

Curso avanzado de energía fotovoltaica



Desarrollo de proyectos con componentes industriales

El sistema permite realizar una simulación cercana a la realidad de la órbita solar. Así, en el laboratorio, también con ausencia de luz natural, se pueden llevar a cabo experimentos acordes con la práctica recurriendo a emuladores.

El curso multimedia de energía fotovoltaica para avanzados posibilita la transmisión de conocimientos, del saber hacer y la evaluación asistida por PC de los datos medidos.



Ejemplo de experimento: "Energía fotovoltaica para avanzados, EPH 2"

Contenidos de aprendizaje

Análisis de módulos solares

- Verificación de la orientación óptima de los módulos solares
- Registro de curvas características de módulos solares
- Análisis de la respuesta del módulo ante ensombrecimiento parcial
- Análisis del funcionamiento con diodos *bypass*
- Conocimiento de los tipos de conexión de los módulos solares

Plantas fotovoltaicas de funcionamiento en isla

- Instalación de plantas fotovoltaicas
- Estructura y prueba de una planta fotovoltaica de funcionamiento en isla con carga conectada directamente

- Estructura y prueba de una planta fotovoltaica de funcionamiento en isla operando como acumulador
- Estructura y prueba de una planta fotovoltaica de funcionamiento en isla de 230 V de tensión alterna

Estructura de plantas fotovoltaicas de funcionamiento paralelo a la red

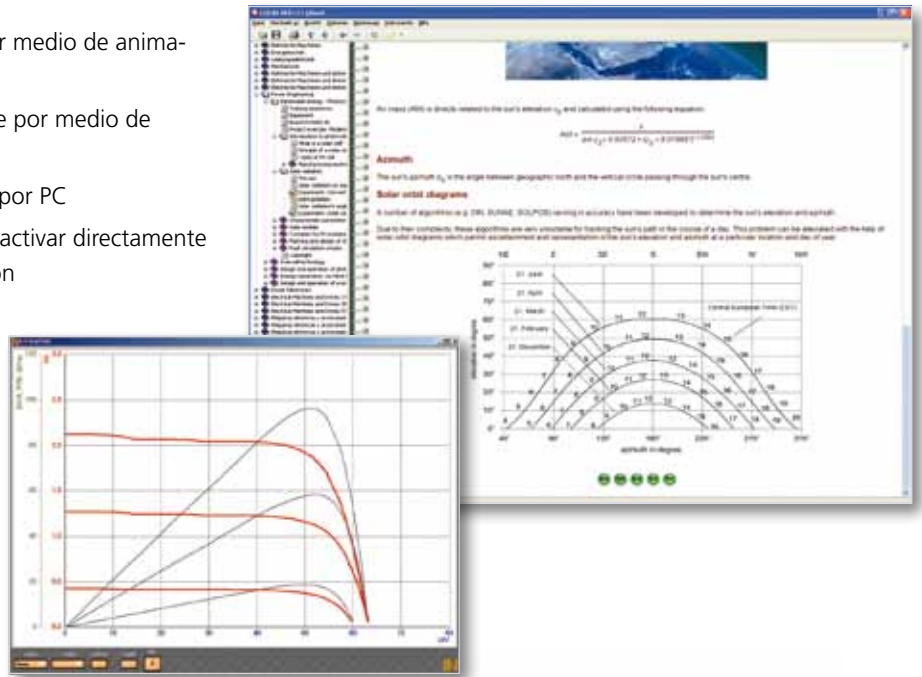
- Instalación, estructura y prueba de una planta fotovoltaica que suministra energía a la red
- Medición de la energía generada por una planta fotovoltaica
- Determinación del coeficiente de rendimiento del inversor de red
- Análisis de la respuesta de una planta fotovoltaica al cortarse la energía de la red

Curso avanzado de energía fotovoltaica

El sol en el laboratorio

“Interactive Lab Assistant”

- Introducción multimedia paso a paso
- Explicación de los fundamentos físicos por medio de animaciones de fácil comprensión
- Verificación de los avances del aprendizaje por medio de preguntas y herramientas de evaluación
- Evaluación de datos de medición asistida por PC
- Los instrumentos de medición se pueden activar directamente desde las instrucciones de experimentación



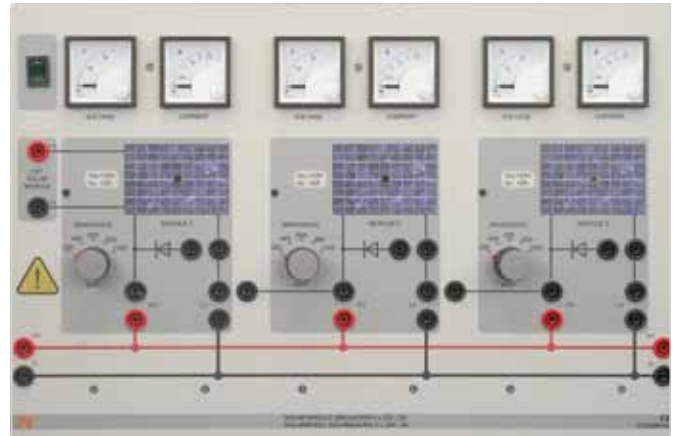
Módulo solar con emulador de la altura del sol

- El ángulo solar es susceptible de ajuste en función de la posición (latitud), la fecha y la hora del día
- Posibilidad de ajuste de la inclinación del módulo solar
- Módulo solar policristalino de 10 W
- Proyector halógeno de 500 W con regulador
- Emulación de la órbita solar real



Emulador solar

- La experimentación es posible incluso sin luz natural gracias a tres módulos solares independientes
- La intensidad luminosa de cada emulador se puede seleccionar por separado
- El sistema contiene diodos *bypass* integrables al circuito
- Potencia de 120 VA



Componentes industriales

- Regulador de carga solar
- Inversor de funcionamiento en isla
- Inversor de red
- Sencilla puesta en marcha y análisis de componentes industriales



Sus ventajas

- Transmisión de conocimientos y de saber hacer por medio del curso multimedia "Interactive Lab Assistant"
- Empleo de componentes industriales
- Ejecución flexible de experimentos por medio de módulo solar real o simulación solar
- Evaluación de datos de medición asistida por PC
- Integración en el sistema de tecnología energética

Plantas eólicas



Generadores asíncronos de alimentación doble (DFIG)

El equipamiento permite el análisis de plantas eólicas modernas con generadores asíncronos de alimentación doble. Los fenómenos de la energía eólica se pueden emular de manera cercana a la realidad por medio del banco de pruebas de servomotores y del software "WindSim". Con la integración de un PC, durante la experimentación, se garantiza un servicio y visualización cómodos. El curso multimedia correspondiente, "Interactive Lab Assistant", transmite conocimientos teóricos y presta asistencia en la ejecución de los experimentos y en la evaluación de los datos de medición.



Ejemplo de experimento: "Planta eólica, EWG 1"

Contenidos de aprendizaje

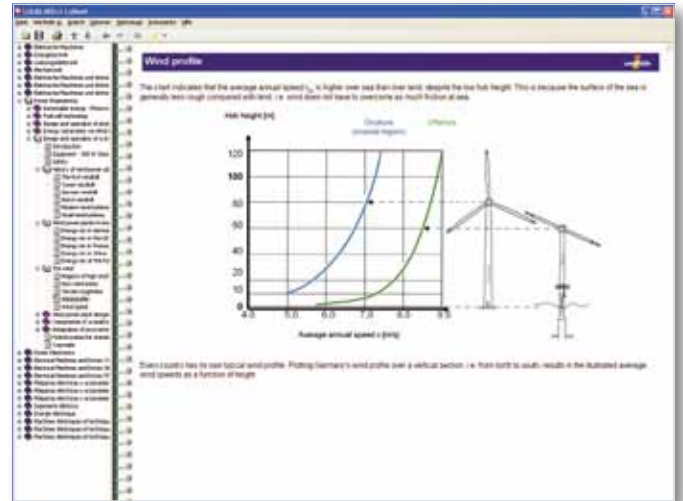
- Comprensión de la estructura y el funcionamiento de las plantas eólicas modernas
- Estudio de los fundamentos físicos: "Del viento a las ondas"
- Aprendizaje de diferentes conceptos de plantas eléctricas eólicas
- Estructura y puesta en marcha de un generador eólico asíncrono de doble alimentación
- Funcionamiento del generador con intensidades variables de viento al igual que con control de tensión y frecuencia de salida
- Determinación de los puntos de operación óptimos frente a condiciones atmosféricas variables
- Análisis de la respuesta ante fallos de la red ("Fault-ride-through")

Plantas eólicas

Aire fresco en el laboratorio

“Interactive Lab Assistant”

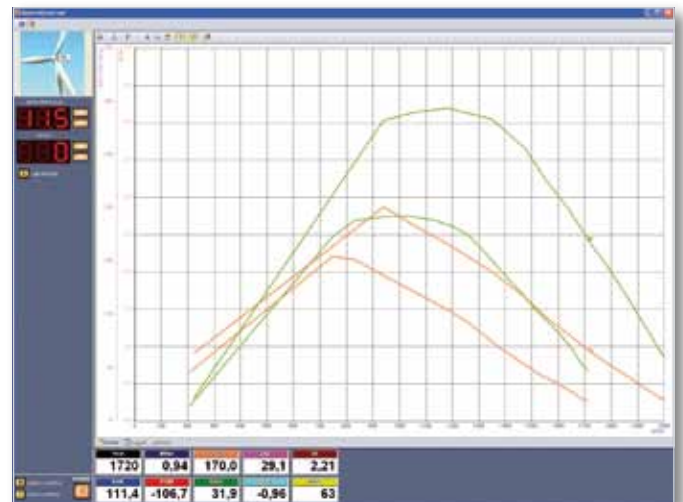
- Introducción multimedia paso a paso
- Explicación de los fundamentos físicos por medio de animaciones de fácil comprensión
- Verificación de los avances del aprendizaje por medio de preguntas y herramientas de evaluación
- Evaluación de datos de medición asistida por PC
- Los instrumentos de medición se pueden activar directamente desde las instrucciones de experimentación



Emulador de vientos

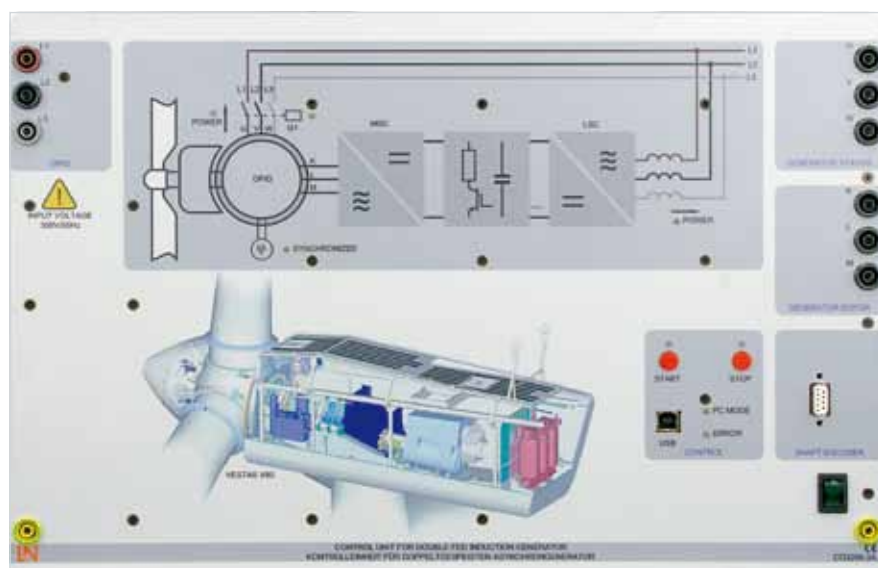
En las plantas eólicas reales, el viento y la geometría de las hélices se encargan de accionar el generador. En el laboratorio, el banco de pruebas de servomotores y el software WindSim asumen las tareas del viento. De esta manera, se pueden emular las mismas relaciones que se presentan en las plantas eólicas reales:

- Emulación fiel a la realidad de la acción del viento y de la geometría de las hélices
- La velocidad de rotación y el par de giro se ajustan automáticamente en función del viento y del ángulo de paso
- La intensidad del viento y el ángulo de paso se pueden seleccionar independientemente
- Introducción de vientos con características establecidas en un perfil determinado
- Posibilidad de registro de valores mecánicos y eléctricos



Generador asíncrono de doble alimentación con unidad de control

- Unidad de mando con dos inversores trifásicos controlados
- Control del generador en operación supersincrónica y subsincrónica
- Disyuntor de corte en carga integrado para la conexión del generador a la red
- Control automático de potencia activa, aparente, frecuencia y tensión
- Sincronización manual y automática
- Medición y representación de todas las variables del sistema
- Experimentos dedicados a fallos de red ("Fault-ride-through")



Sus ventajas

- Transmisión de conocimientos y de saber hacer por medio del curso multimedia "Interactive Lab Assistant"
- La fuerza eólica y la estructura mecánica de este tipo de plantas se pueden emular con fidelidad a los detalles por medio del banco de pruebas de servomotores
- La unidad de mando del generador asíncrono de alimentación doble, dirigida por microcontrolador, permite un servicio y visualización cómodos durante la realización de los experimentos
- La más moderna tecnología "Fault-ride-through"
- Integración en el sistema de tecnología energética

Plantas eólicas pequeñas

Corriente para un suministro descentralizado

Las plantas eléctricas eólicas de hasta aproximadamente 5 kW de potencia se emplean actualmente como medio descentralizado de suministro de corriente. Estas estructuras generan tensión continua. La energía se puede almacenar en acumuladores por medio de reguladores de carga. Gracias a los convertidores es posible generar tensiones continuas que permitan el funcionamiento de los equipos que consumen energía de la red. La influencia de la velocidad del viento y la estructura mecánica de la central eólica se puede simular con fidelidad a los detalles por medio del banco de pruebas de servomotores y el software "WindSim".



Ejemplo de experimento: "Planta eólica pequeña, EWG 2"

Contenidos de aprendizaje

- Comprensión de la estructura y el funcionamiento de las pequeñas centrales eólicas modernas
- Estudio de los fundamentos físicos: "Del viento a las ondas"
- Aprendizaje de diferentes conceptos de plantas eléctricas eólicas
- Estructura y puesta en servicio de un aerogenerador pequeño
- Funcionamiento con velocidades variables de viento en operación como acumulador
- Almacenamiento de energía
- Optimización de la planta
- Estructura de una planta de funcionamiento en isla para la generación de una tensión alterna de 230 V
- Conocimiento de sistemas híbridos para alimentación de corriente generada por la fuerza eólica y el efecto fotovoltaico

Tecnología de pilas de combustible

Estructura y funcionamiento de las pilas de combustible

Hoy en día se considera que las energías renovables constituyen la solución para la escasez de energía que, según se espera, aparecerá en el siglo XXI. Las pilas de combustible, que basan su funcionamiento en el hidrógeno, forman parte de esta apuesta. Como tecnología complementaria, se emplearán en sistemas futuros para la generación de energía limpia, a partir del hidrógeno como elemento renovable.

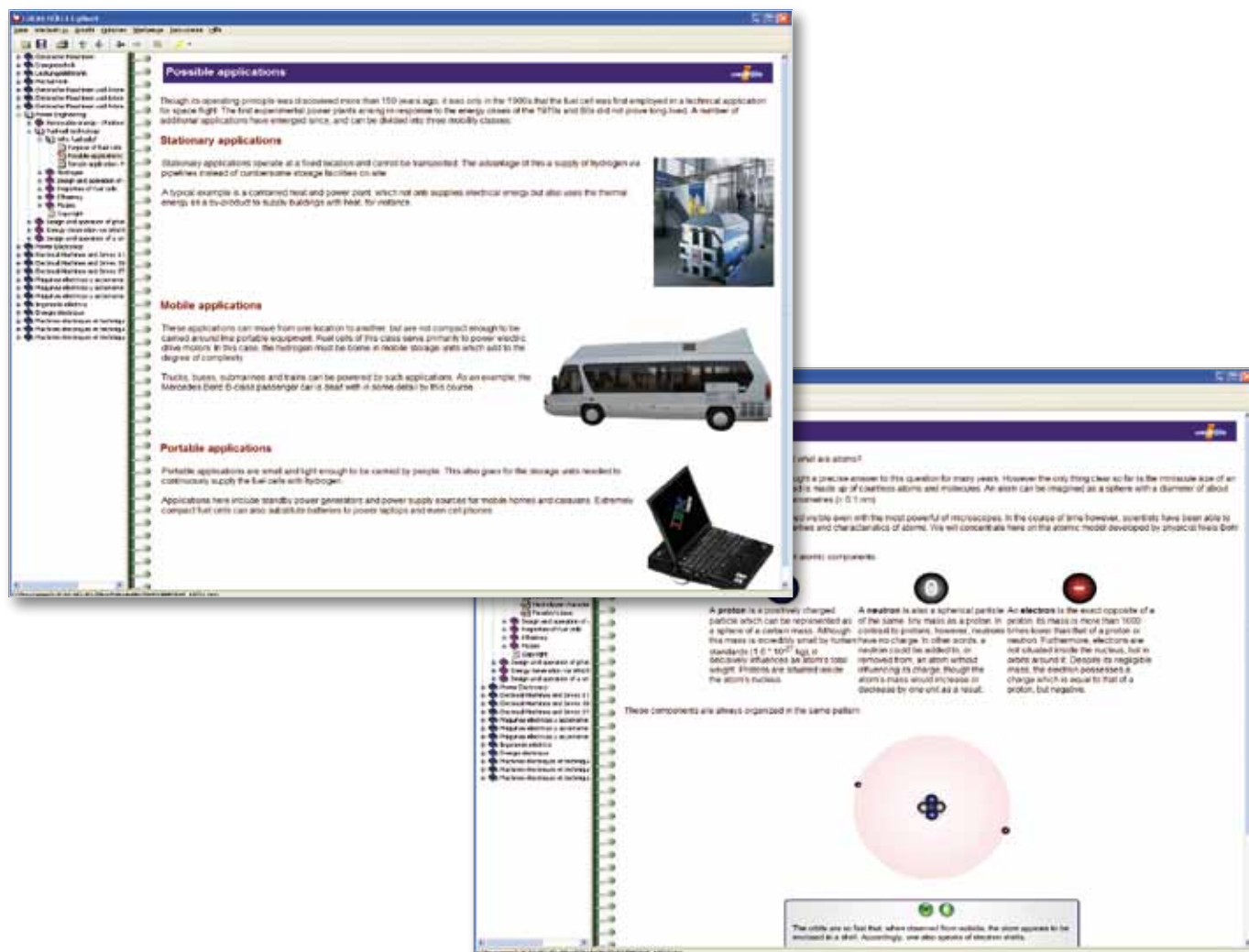


UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Conocimiento del principio de funcionamiento y modo de operación de las pilas de combustible
- Registro de curvas características de una pila de combustible
- Explicación de los procesos electroquímicos de la electrolisis (primera y segunda ley de Faraday)
- Determinación de la eficiencia de Faraday y del coeficiente de rendimiento energético de una pila de combustible
- Conexión en serie y en paralelo de pilas de combustible
- Observación de la potencia de las pilas de combustible
- Conocimiento del principio de funcionamiento y modo de operación de un electrolizador
- Registro de la curva característica de tensión y corriente del electrolizador
- Determinación de la eficiencia de Faraday y del coeficiente de rendimiento energético de un electrolizador

El curso multimedia apoya la experimentación



Sus ventajas

- Transmisión de conocimientos y de saber hacer por medio del curso multimedia "Interactive Lab Assistant"
- Equipo compacto con pila doble PEM de combustible y electrolizador PEM con acumulador de gas
- Manipulación del hidrógeno sin peligros
- Alimentación de corriente de 2 V/2,5 A para alimentación del electrolizador previamente integrado al sistema
- Multiplicidad de cargas (lámparas, ventilador)
- Carga variable para registro de curvas características

Curso avanzado de tecnología de pilas de combustible

Alimentación de corriente por medio de pilas de combustible

La generación de energía eléctrica por medio de pilas de combustible se desarrolla crecientemente convirtiéndose en un tema técnicamente importante, con muchas posibilidades de aplicación en las áreas de la electricidad y del automóvil. El sistema de experimentación, gracias a una manipulación sin peligros del hidrógeno y de la pila, permite realizar muchos análisis interesantes y es apto tanto para demostraciones como para prácticas. Por medio del "Interactive Lab Assistant" se integra teoría con animaciones, instrucciones de experimentación al igual que las casillas para anotación de resultados.



Ejemplo de experimento: "Conjunto de pilas de combustible de 50 VA con carga, EHY 1"

Contenidos de aprendizaje

- Estructura y funcionamiento de una pila de combustible
- Estructura y funcionamiento de un electrolizador
- Estructura y funcionamiento de un acumulador de hidruro metálico
- Termodinámica de las pilas de combustible
- Característica y curva de potencia de las pilas de combustible
- Coeficiente de rendimiento
- Componentes necesarios para una alimentación autónoma de corriente
- Electrónica de potencia y transformación de tensión

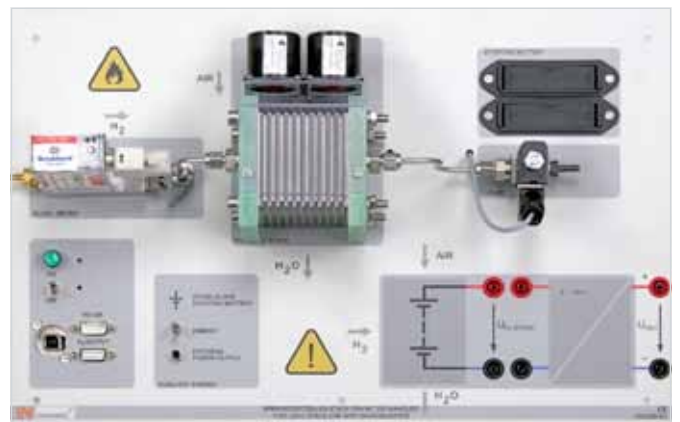
“Interactive Lab Assistant”

- Introducción multimedia paso a paso
- Explicación de los fundamentos físicos por medio de animaciones de fácil comprensión
- Verificación de los avances del aprendizaje por medio de preguntas y herramientas de evaluación
- Evaluación de datos de medición asistida por PC
- Los instrumentos de medición se pueden activar directamente desde las instrucciones de experimentación



Conjunto de pilas de combustible

- Conjunto de 50 VA
- Caudalímetro para alimentación de hidrógeno
- Ventilador de velocidad variable para la aireación de las pilas de combustible
- Medición de todas las variables relevantes



Conjunto de pilas de combustible de 50 VA

Sus ventajas

- Transmisión de conocimientos y de saber hacer por medio del curso multimedia “Interactive Lab Assistant”
- Sencilla introducción al tema de las pilas de combustible
- Manipulación del hidrógeno sin peligros
- Conjunto de pilas de combustible de 50 VA
- Conexión para acumulador de presión de hidrógeno
- Electrolizador de gran potencia
- Multiplicidad de cargas
- Carga variable para registro de curvas características



Transformadores

Transformadores de corriente trifásica (UniTrain-I)	62
Análisis de transformadores	63
Protección de transformadores	64



Transformadores

Transformar y proteger

En la tecnología energética se emplean transformadores con el fin de conectar entre sí los diferentes niveles de tensión de la red de corriente. En las estaciones de transformación, la electricidad proveniente de la red de distribución regional, cuya tensión media oscila entre 10 kV y 36 kV, se reduce a 400 V o 230 V para que pueda ser aprovechada desde la red local por los aparatos de baja tensión de los usuarios finales. En una estación de esta naturaleza, los transformadores son los componentes centrales y, para estos, también se requieren dispositivos de protección. Gracias a mediciones relacionadas con la práctica y simulaciones de fallos provocados en el sistema de capacitación, se consigue hacer comprensible el funcionamiento de estas instalaciones complejas.



Transformadores

Los transformadores son máquinas eléctricas que sirven para modificar corrientes alternas o trifásicas con el fin de que adopten tensiones más elevadas o de menor valor. Los transformadores de corriente trifásica tienen una gran importancia, en especial, para el transporte de energía eléctrica. En la tecnología energética se emplean con el fin de conectar entre sí los diferentes niveles de tensión de la red de corriente.



Fuente: SIEMENS

Protección de transformadores

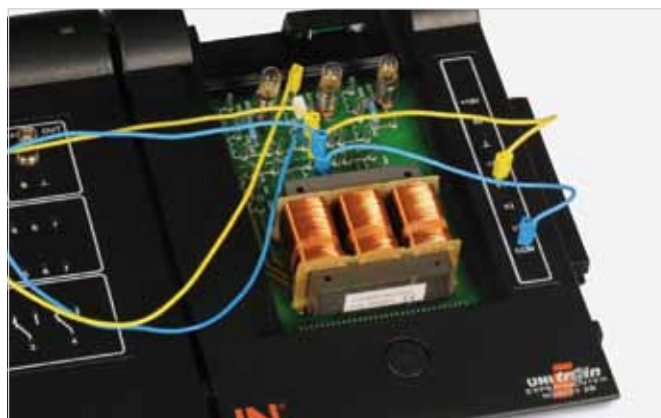
Por medio de mediciones técnicas se puede estudiar la protección diferencial de los transformadores (a partir de, aproximadamente, 1 MVA), en conjunción con el dispositivo temporizado contra sobreintensidad de corriente, en diferentes configuraciones de circuito (estrella, delta), en distintos grupos de distribución y en función del punto neutro que se haya adoptado (puesta a tierra libre, directa o a través de bobina de extinción), en operación normal o en distintos casos en los que se presenten fallos. Ante corrientes diferenciales, los criterios de reacción se determinan a partir de la sensibilidad observada en la curva característica.



Sistemas de capacitación

Nuestros sistemas de capacitación cubren los siguientes temas:

- UniTrain-I: "Transformadores de corriente trifásica"
- Sistema de paneles de experimentación: "Análisis de transformadores"
- Sistema de paneles de experimentación: "Protección de transformadores"



Transformadores de corriente trifásica

Estructuras, tipos de conexión y respuesta en carga

Los transformadores son máquinas eléctricas que sirven para modificar corrientes alternas o trifásicas con el fin de que adopten tensiones más elevadas o de menor valor. Los transformadores de corriente trifásica tienen una gran importancia, en especial, para la transmisión de energía eléctrica.



UniTrain
SYSTEM

Contenidos de aprendizaje

- Conocimiento del principio de transformación y del circuito equivalente
- Análisis de la respuesta en carga de los transformadores monofásicos en operación en uno y cuatro cuadrantes
- Consumo de corriente y tensión con y sin carga
- Análisis de la relación de transformación
- Análisis de los tipos de carga de distintos grupos de distribución
- Análisis de cargas asimétricas en diferentes grupos de distribución
- Determinación de la tensión de cortocircuito

Análisis de transformadores

Transformadores

En la tecnología energética se emplean transformadores con el fin de conectar entre sí los diferentes niveles de tensión de la red de corriente. En los experimentos se trata el tema del circuito o esquema equivalente y se determinan los parámetros a partir de mediciones.



Ejemplo de experimento: "Análisis de transformadores, EUT"

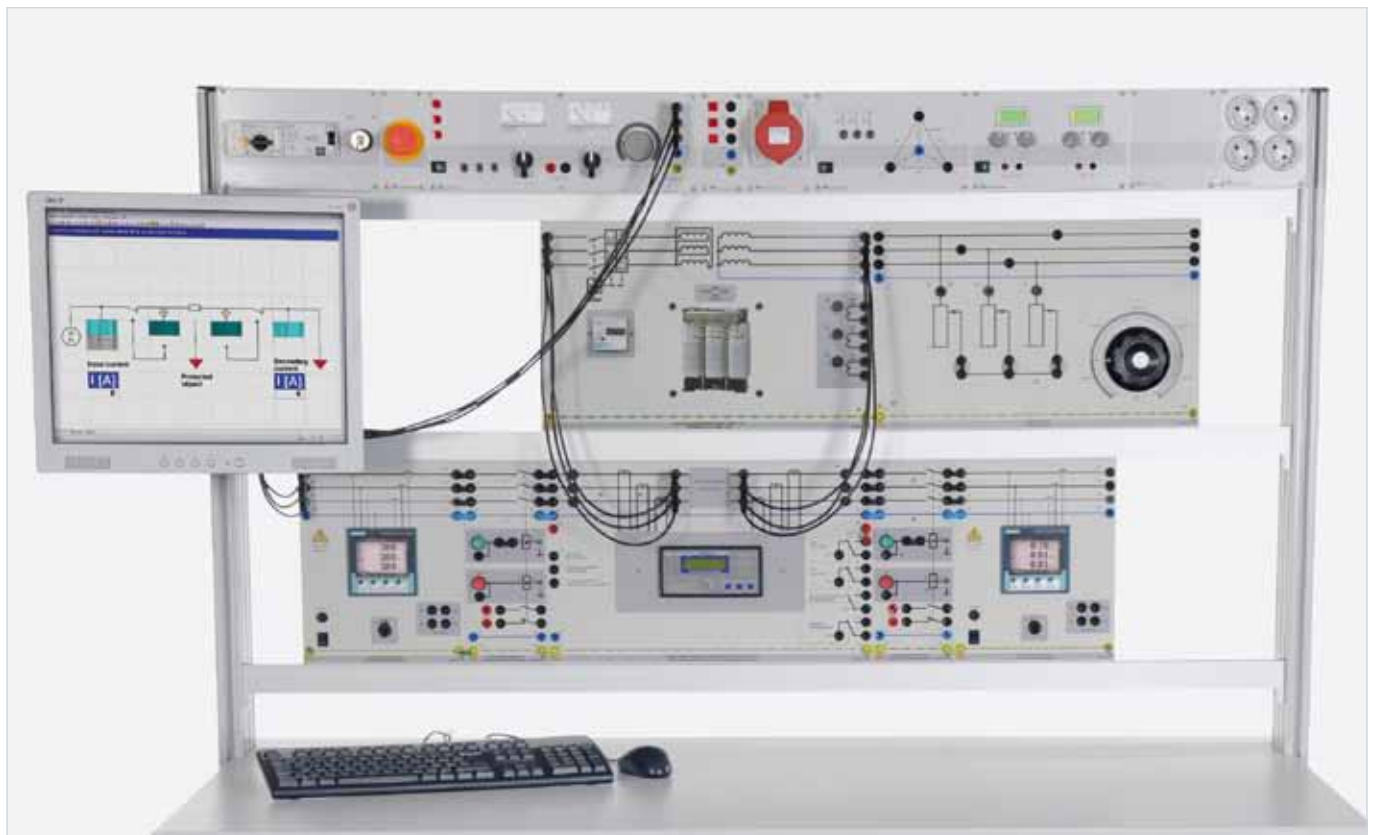
Contenidos de aprendizaje

- Transformador multifásico en circuito abierto y cortocircuito
- Transformador multifásico con carga resistiva, inductiva y capacitiva
- Funcionamiento en paralelo de transformadores multifásicos
- Suministro de corriente para diferentes grupos de distribución
- Determinación de la impedancia nula
- Análisis de la relación de transformación

Protección de transformadores

Protección diferencial de transformadores

Por medio de mediciones técnicas se puede estudiar la protección diferencial de los transformadores (a partir de, aproximadamente, 1 MVA), en diferentes grupos de distribución y en función de la manera en que se haya configurado el punto neutro (puesta a tierra libre, directa o a través de bobina de extinción), en operación normal o en distintos casos en los que se presenten fallos.



Ejemplo de experimento: "Protección diferencial de transformadores, ETP 1"

Contenidos de aprendizaje

- Detección y desconexión por fallos internos del transformador
- Registro de fenómenos transitorios debidos a la corriente de encendido (rush) sin desconexión
- Activaciones fallidas debidas a un dimensionamiento incorrecto del transformador
- Selección de la característica de activación bajo observación de las corrientes diferenciales

Protección temporizada contra sobreintensidad de corriente

La protección temporizada contra sobreintensidad de corriente complementa la protección diferencial de los transformadores. Su implementación protege al equipo contra cortocircuitos producidos fuera del rango de protección y también contra sobrecargas.



Ejemplo de experimento: "Protección temporizada contra sobreintensidad de corriente, ETP 2"

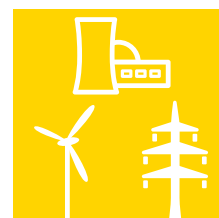
Contenidos de aprendizaje

- Parametrización del relé de protección contra sobreintensidad bajo observación de la transformación de corriente
- Detección de los valores de reacción frente a fallos simétricos y asimétricos
- Activación fallida de la protección provocada por la respuesta de conexión del transformador
- Respuesta de conexión del transformador en relación con la protección



Transmisión de energía

Análisis de líneas de corriente trifásica	70
Conexiones de líneas en paralelo y en serie	71
Línea compensada por bobina de extinción	72
Sistemas de transmisión con generador síncrono	73
Protección de líneas	74



Transmisión de energía

Líneas de transmisión y sus medidas de protección

Por lo general, las redes de alta tensión operan con voltajes que van de 110 kV a 380 kV, seleccionándose, para las metrópolis y las grandes zonas industriales, una alimentación de 110 kV y, para la transmisión a distancia, 380 kV. La simulación de red está concebida de manera que las tensiones modelo se encuentren entre 110 V y 380 V. Es posible seleccionar diferentes niveles de tensión y longitudes de línea por medio de las plantillas correspondientes. En el sistema de capacitación, los análisis se pueden llevar a cabo en circuito abierto, en operación normal, con cortocircuito y con fallo de puesta a tierra con y sin compensación por bobina de extinción. Además, se brinda la posibilidad de montar redes complejas conectando en serie o en paralelo los modelos de red. La alimentación de tensión se puede implementar por medio de una red fija o un generador síncrono.



Líneas de alta tensión

Sus ventajas:

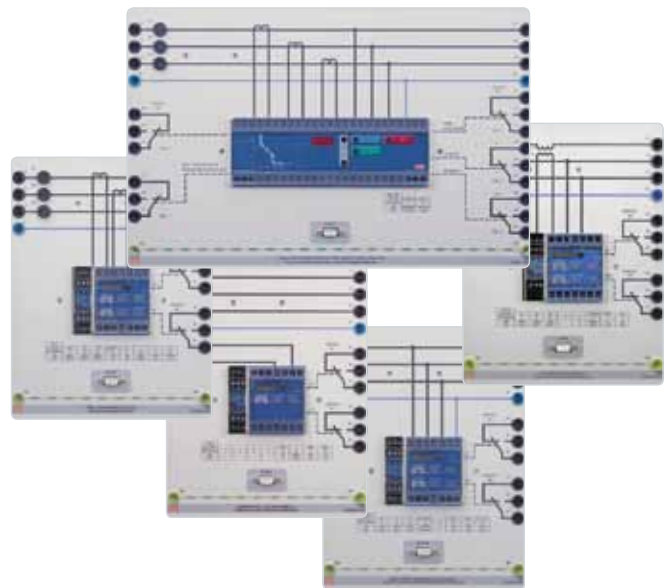
- El análisis de las líneas de transmisión de 380 kV y su conexión conjunta, para su seguridad, se realizan en niveles de bajo voltaje sin que se pierdan las propiedades de la línea genuina de alta tensión.
- Simulación realista de una línea de transmisión de 380 kV en longitudes de 300 km y 150 km
- Reemplazo innovador de longitudes de línea por medio de plantillas
- Compensación de puesta a tierra por medio de una bobina Petersen
- Posibilidad de simulación de fallos simétricos y asimétricos



Técnica de protección innovadora

En la práctica, básicamente, las redes de media y alta tensión se dotan de dispositivos de protección conectados a través de los transformadores de corriente y tensión.

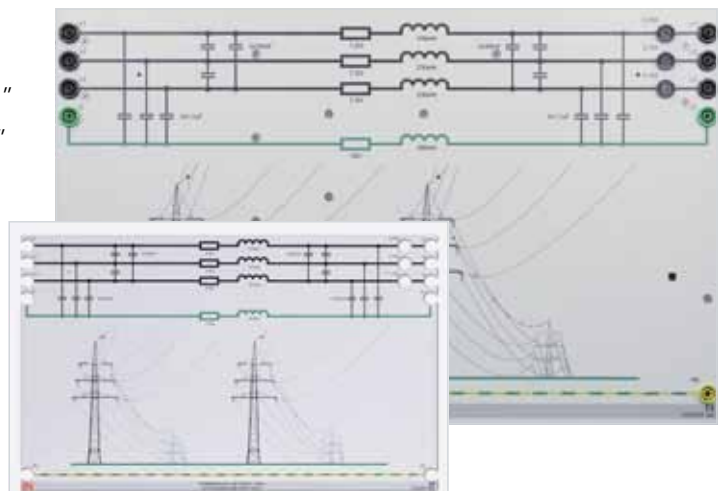
- Empleo de relés originales, compactos, propios de la tecnología digital que marca el sendero del futuro
- Uso de relés industriales de protección, fabricados por empresas de renombre que desarrollan sus actividades en todo el mundo
- Control de los dispositivos de protección por medio del sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- Con la inclusión opcional de un dispositivo de verificación, se puede probar el funcionamiento de cada relé.



Sistemas de capacitación

Nuestros sistemas de capacitación cubren los siguientes temas:

- Sistema de paneles de experimentación: "Líneas de transmisión"
- Sistema de paneles de experimentación: "Protección de líneas"



Líneas de transmisión

Análisis de líneas de corriente trifásica

El análisis de las líneas de transmisión de 380 kV y su conexión conjunta, para seguridad del usuario, se realiza en niveles bajos de voltaje sin que se pierdan las propiedades de una línea genuina de alta tensión. La simulación realista de una línea de transmisión de 380 kV varía automáticamente entre longitudes de 300 km y 150 km una vez que se haya colocado la plantilla correspondiente.



Ejemplo de experimento: "Análisis de líneas de corriente trifásica, EUL 1"

Contenidos de aprendizaje

- Incrementos de tensión en líneas en circuito abierto
- Caída de tensión en función de la longitud de la línea
- Caída de tensión en función del coseno phi
- Pérdida de potencia capacitiva e inductiva de la línea en función de la tensión y la corriente
- Desfase de la línea

Conexiones de líneas en paralelo y en serie

Por medio de la utilización de líneas equivalentes se brinda la posibilidad de montar varias simulaciones de redes complejas, conectando en serie o en paralelo los modelos equivalentes en cuestión.



Ejemplo de experimento: "Análisis de líneas en paralelo, EUL 2"

Contenidos de aprendizaje

- Distribución de potencia y corriente en líneas paralelas de igual longitud
- Distribución de potencia y corriente en líneas paralelas de diferente longitud
- Distribución de potencia y corriente en líneas de igual longitud conectadas en serie
- Distribución de potencia y corriente en líneas de diferente longitud conectadas en serie
- Distribución de carga, flujo de potencia
- Distribución de tensión
- Evaluación cuantitativa y cualitativa de las relaciones técnico-operacionales

Líneas de transmisión

Línea compensada por bobina de extinción

Este tipo de protección de las redes de alimentación de energía eléctrica sirve para compensar los fallos producidos por el contacto a tierra de un conductor externo. Se limita a los sistemas trifásicos y recurre a una bobina que, dentro de este contexto, lleva el nombre de Petersen, su inventor, y que también es conocida como bobina de extinción a tierra. Compensa la corriente en el punto del contacto a tierra y evita fallos consecuentes en la instalación eléctrica.



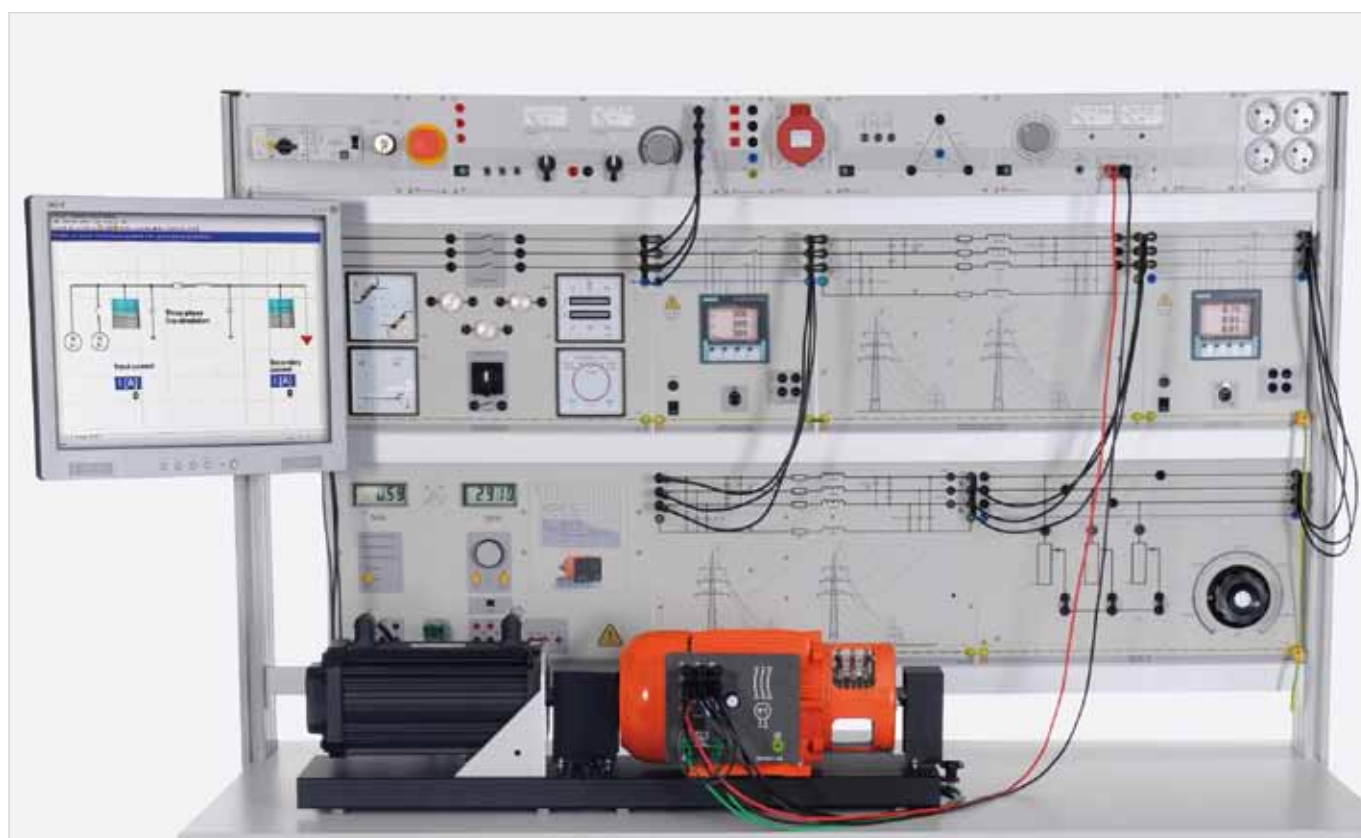
Ejemplo de experimento: "Análisis de líneas compensadas por bobina de extinción, EUL 3"

Contenidos de aprendizaje

- Puesta a tierra de una línea con punto neutro aislado
- Respuesta ante fallos a tierra
- Compensación por bobina de extinción

Sistemas de transmisión con generador síncrono

En las redes trifásicas equivalentes, cuando se tienen circuitos en paralelo, es necesario medir los parámetros de la transmisión de energía alimentada desde la red fija, o con un generador, al igual que evaluar cuantitativa y cualitativamente las relaciones técnico-operativas.



Ejemplo de experimento: "Análisis de sistemas de transmisión con generador síncrono, EUL 4"

Contenidos de aprendizaje

- Distribución de potencia y corriente de una red de distribución alimentada por generador
- Funcionamiento paralelo a la red de un generador y una línea
- Control de la alimentación de potencia activa
- Control de la alimentación de potencia reactiva

Protección de líneas

Protección de líneas contra sobreintensidad de corriente

En esta serie de experimentos, entre otros temas, se aborda el funcionamiento del relé de temporización contra sobreintensidad, cuya característica de tiempo es independiente de la corriente, dispositivo que se emplea, por lo general, en líneas sencillas (derivaciones).

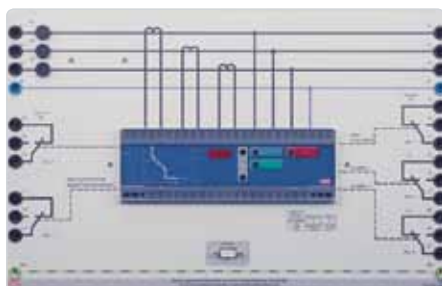


Ejemplo de experimento: "Protección temporizada de líneas contra sobreintensidad de corriente, ELP 1"

Contenidos de aprendizaje

- Dimensionamiento y parametrización de la protección temporizada contra sobreintensidad de corriente
- Determinación de la respuesta de retorno con cortocircuito monopolar, bipolar y tripolar
- Determinación del tiempo más breve de activación del relé
- Comprobación de la activación de un disyuntor de corte en carga en caso de fallo

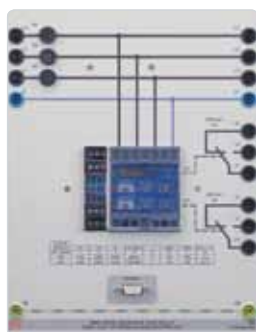
Equipamiento complementario para la protección de las líneas



ELP 2: protección temporizada contra sobrecorriente en función del sentido de conducción

Contenidos de aprendizaje

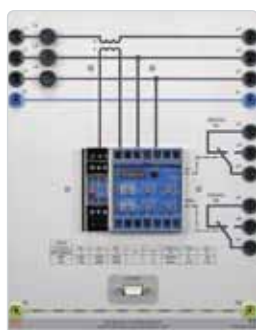
- Dimensionamiento y parametrización de la protección temporizada contra sobrecorriente de corriente
- Determinación de la respuesta de retorno con cortocircuito monopolar, bipolar y tripolar
- Protección en la dirección de conducción y en sentido inverso



ELP 3: protección contra sobretensión y subtenión

Contenidos de aprendizaje

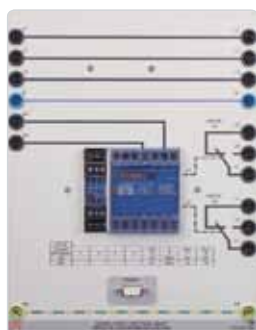
- Determinación de los valores de reacción y de retorno al reposo
- Determinación de la respuesta de reposición
- Determinación del tiempo inherente (tiempo base)
- Ajuste y comprobación de diferentes curvas características



ELP 4: protección direccional de potencia

Contenidos de aprendizaje

- Determinación de los valores de reacción y de retorno al reposo
- Implementación de protección contra cargas inversas
- Interacción con relés temporizadores de sobrecorriente de corriente



ELP 5: protección contra tensión de puesta a tierra

Contenidos de aprendizaje

- Medición de tensión en una red de corriente trifásica en buen estado
- Medición de tensión en una red de corriente trifásica con fallo a tierra
- Determinación de los valores de reacción y de retorno al reposo
- Determinación del tiempo inherente (tiempo base)
- Reacción del relé ante puesta a tierra pasajera y fallos a tierra permanentes

Protección de líneas

Protección de líneas conectadas en paralelo

Además de la simulación de fallos, y los temas relacionados con la selectividad y rapidez, se analiza y examina experimentalmente el relé direccional de sobreintensidad de corriente, el cual se emplea básicamente para la protección de líneas conectadas en paralelo. Los relés de protección se integran en la red por medio del sistema de bus y se pueden controlar y evaluar centralmente por medio del software SCADA Power-LAB.



Ejemplo de experimento: "Protección de líneas en paralelo, ELP 6"

Contenidos de aprendizaje

- Protección de líneas conectadas en paralelo con diferentes relés temporizados de sobreintensidad de corriente
- Funcionamiento en paralelo con el sistema sin fallos
- Determinación de los valores mínimos de reacción de los relés
- Sentido de protección del relé temporizado de sobreintensidad dependiente de la dirección de conducción
- Determinación de los valores mínimos de reacción del relé temporizado de sobreintensidad dependiente del sentido de conducción
- Relevo en el tiempo de los relés temporizados de sobreintensidad de corriente
- Comprobación de la selectividad por medio de la combinación de mediciones de sobreintensidad de corriente y sentido de conducción
- Combinación en red de dispositivos de protección

Protección instantánea a distancia

Con este sistema se pueden analizar diversos tipos de fallos de relés instantáneos de protección a distancia, como los que se emplean en redes más complejas. Esta protección puede desconectar la red en función de la distancia a la que se encuentre el fallo. Junto a la elaboración de diagramas de relevos, se determina y mide la selectividad y rapidez en conformidad con la práctica.



Ejemplo de experimento: "Protección instantánea a distancia, ELP 7"

Contenidos de aprendizaje

- Elaboración del diagrama de relevos
- Parametrización de relés
- Prueba de la respuesta de reacción ante diferentes fallos dentro y fuera del rango de protección de la línea
- Puesta en funcionamiento del relé de protección a distancia con transformador de corriente y de tensión
- Prueba de la respuesta de reacción ante diferentes fallos dentro y fuera del rango de protección:
 - Dispositivo de protección a distancia
 - Protección temporizada contra sobrecorriente
 - Protección de tensión
 - Protección de frecuencia
- Reconexión automática



Distribución de energía

Sistema trifásico de barras colectoras dobles	82
Protección de barras colectoras contra sobreintensidad de corriente	83



Distribución de energía

Barras colectoras en plantas de distribución de alta tensión

En el caso de las instalaciones de gran envergadura, la distribución de la energía eléctrica se realiza casi exclusivamente a través de sistemas de barras colectoras dobles.

Estas instalaciones poseen celdas de acoplamiento para la conexión de ambas barras, de las celdas de alimentación y salida, al igual que para las de medición. En las celdas de alimentación, salida y acoplamiento, se usan disyuntores de corte en carga y un seccionador para cada conexión de las barras colectoras. Por razones de seguridad, aquí se debe seguir estrictamente una lógica de conmutación. El modelo de barras colectoras dobles contiene todas las funciones relevantes para la práctica. Los instrumentos incorporados para medición de tensiones y corrientes permiten analizar al instante los procesos de conmutación.



Sistemas de barras colectoras dobles

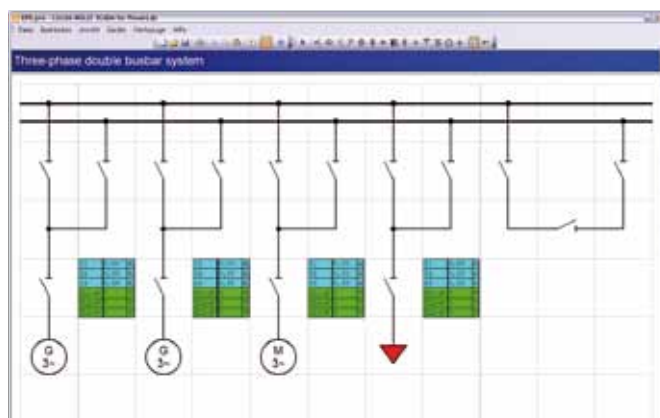
Los módulos compactos denominados “Celda de alimentación y salida” y “Celda de acoplamiento” ofrecen las siguientes ventajas:

- Ordenamiento flexible de las celdas
- Servicio y observación desde el PC
- El sistema es susceptible de conexión en red gracias a la interfaz RS-485 integrada
- Servicio manual
- Protección contra manipulación fallida por medio de microcontrolador integrado
- Detección de todos los parámetros, como es el caso de la corriente, la tensión y los estados de conmutación



SCADA

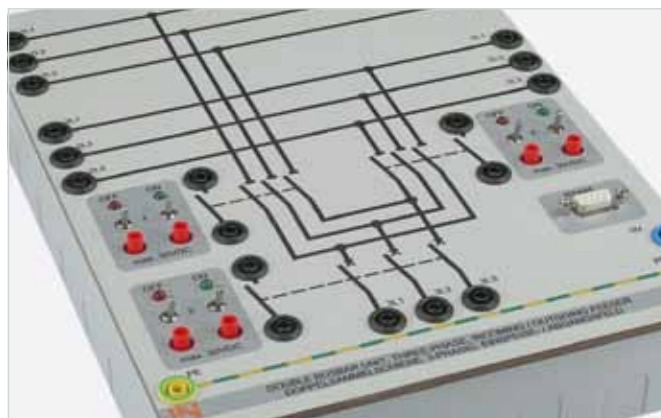
Los equipos se supervisan y controlan por medio del sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Todos los componentes de tecnología energética de Lucas-Nülle se pueden ordenar y conectar entre sí simbólicamente en la pantalla. También es posible visualizar los valores de medición y los estados de funcionamiento. Los parámetros y señales importantes se pueden controlar con el software. Existe la posibilidad de registrar, representar y evaluar en el transcurso del tiempo los valores de medición y los estados de funcionamiento. Incluso se pueden realizar cambios automáticos de barras colectoras por medio del PC.



Sistemas de capacitación

Nuestros sistemas de capacitación cubren los siguientes temas:

- Sistema de paneles de experimentación: “Sistema trifásico de barras colectoras dobles”
- Sistema de paneles de experimentación: “Protección contra sobreintensidad de corriente para barras colectoras”

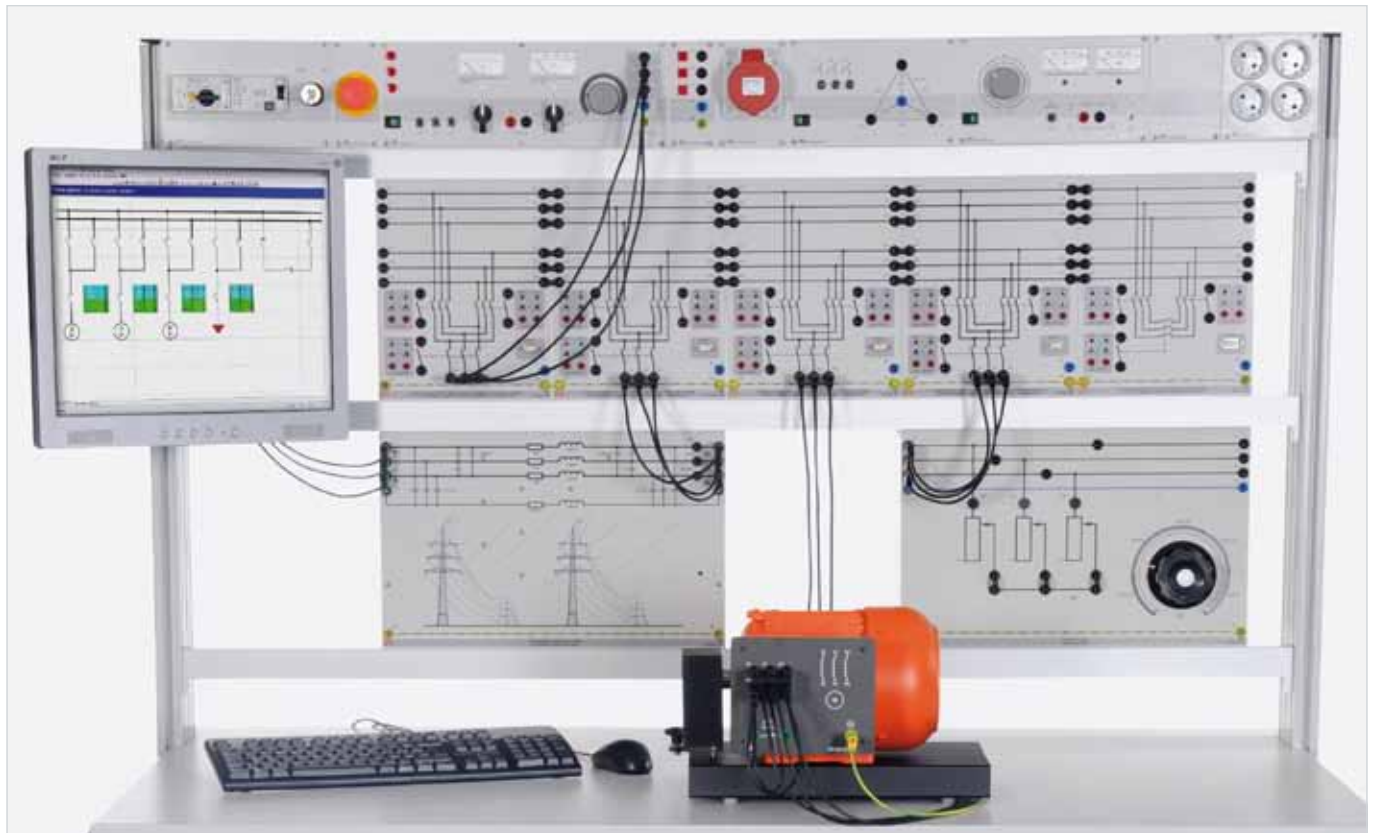


Sistema trifásico de barras colectoras dobles

Distribución y control central

Las barras colectoras sirven como distribuidoras centrales de energía eléctrica, puesto que en ellas confluyen todas las líneas de llegada y de salida. Están formadas por celdas de alimentación, salida, acoplamiento y transformación.

En el equipamiento de Lucas-Nülle, estas funciones se realizan en celdas de conmutación que contienen disyuntores de corte en carga, seccionadores y dispositivos de detección de valores de medición.



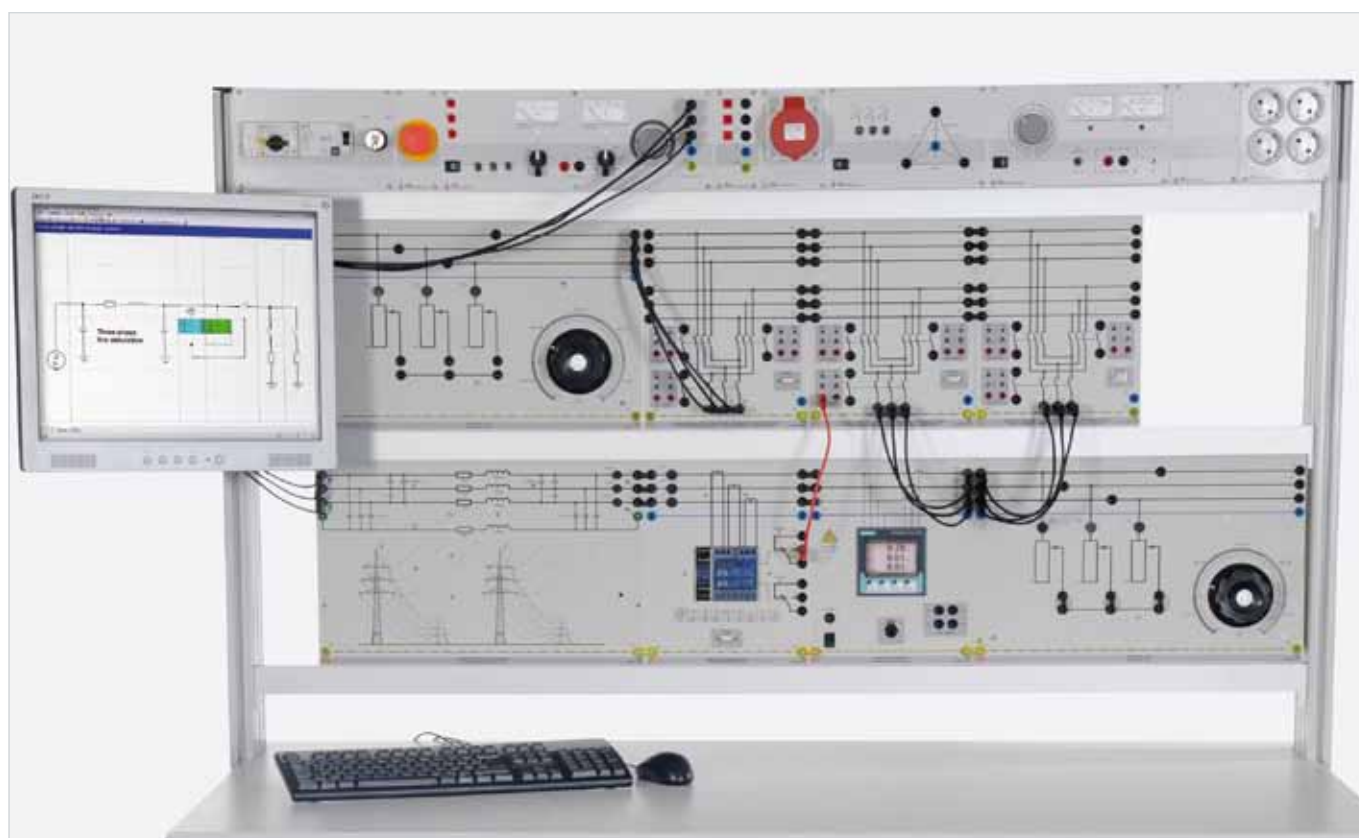
Ejemplo de experimento: "Sistema trifásico de barras colectoras, EPD"

Contenidos de aprendizaje

- Circuitos básicos de un sistema tripolar de barras colectoras dobles
- Sistema trifásico de barras colectoras dobles bajo carga
- Cambio de barras colectoras sin interrupción en la derivación
- Elaboración de algoritmos de conmutación para diferentes procesos de conmutación
- Acoplamiento de barras colectoras

Protección de barras colectoras contra sobreintensidad de corriente

Por medio de la protección diferencial de barras colectoras, las corrientes de entrada y salida se suman gracias a un convertidor. Si aparecen corrientes diferenciales, los criterios de reacción se determinan a partir de la sensibilidad observada en la curva característica.



Ejemplo de experimento: "Protección de barras colectoras contra sobreintensidad de corriente, EDP"

Contenidos de aprendizaje

- Detección de las corrientes en operación normal
- Detección de las corrientes en caso de cortocircuito monopolar, bipolar o tripolar
- Fallos surgidos fuera del rango de protección



Gestión de energía

Cargas complejas, medición de consumo de energía y control de cargas punta	88
Cargas dinámicas	89
Compensación manual y automática de potencia reactiva	90
Protección de cargas eléctricas	91



Gestión de energía

Redes inteligentes y cargas

Debido a razones económicas y a exigencias técnicas relacionadas con el medio ambiente, se vuelve cada vez más necesario un consumo más racional de energía. Los experimentos sobre compensación manual y automática de potencia reactiva, al igual que los que abordan la disminución de cargas punta, con contador de valor máximo de corriente y de corriente activa, muestran cómo se puede reducir la carga de la red, o bien repartirla homogéneamente durante las 24 horas del día. La condición para el empleo efectivo de la técnica de medición es el análisis de la red y de las cargas o aparatos conectados. Por tanto, en los experimentos individuales, se pueden examinar en detalle las cargas estáticas, dinámicas, simétricas y asimétricas. Por otra parte, la protección de las cargas eléctricas constituye un tema importante de la formación profesional.



Medición inteligente

En todos los equipamientos dedicados a la tecnología energética se encuentran instrumentos de medición inteligentes dotados de diferentes interfaces de comunicación (por ejemplo: LAN, RS485, USB) y elementos de control. De esta manera, no sólo es posible observar las cargas sino también controlarlas de manera inteligente. La gestión automática de la carga se puede implementar bajo las condiciones siguientes:

- Es necesario vigilar que no se sobrepase el límite de potencia preestablecido
- Habilitación o bloqueo de cargas o aparatos en función de una lista de prioridades
- Conexión de determinados aparatos en los periodos de consumo mínimo

Protección de cargas eléctricas

Los fallos de las instalaciones eléctricas, debidos a cortocircuitos, derivaciones a masa, sobrecargas, etc., se deben evitar o limitar por medio de los dispositivos de protección apropiados y los equipos defectuosos se deben separar selectivamente de la red. Para usar y dimensionar de manera correcta estos dispositivos, de acuerdo con los objetivos, es necesario conocer sus propiedades y tiempos de reacción, así como las demás curvas características. En la serie de experimentos se trata detalladamente la protección de motores de corriente trifásica por medio de disyuntores, así como el control de la temperatura de los devanados y la activación del dispositivo de seguridad por medio de un termistor. Además, se puede realizar un experimento sobre protección completa del motor con un equipo digital de seguridad. En este último experimento, el tema didáctico central es el manejo y la parametrización del equipo digital de protección del motor.

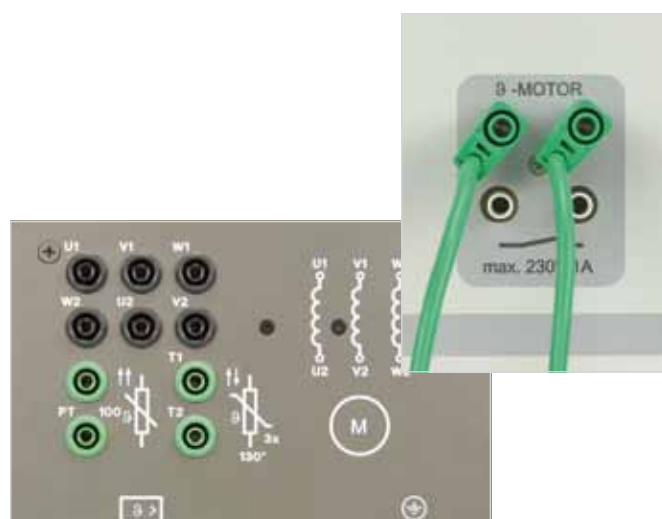
Sistemas de capacitación

Nuestros sistemas de capacitación cubren los siguientes temas:

- Sistema de paneles de experimentación: "Cargas complejas, medición de consumo de energía y control de cargas punta"
- Sistema de paneles de experimentación: "Cargas dinámicas"
- Sistema de paneles de experimentación: "Compensación manual y automática de potencia reactiva"
- Sistema de paneles de experimentación: "Protección de máquinas eléctricas"
- Sistema de paneles de experimentación: "Protección y gestión del motor"



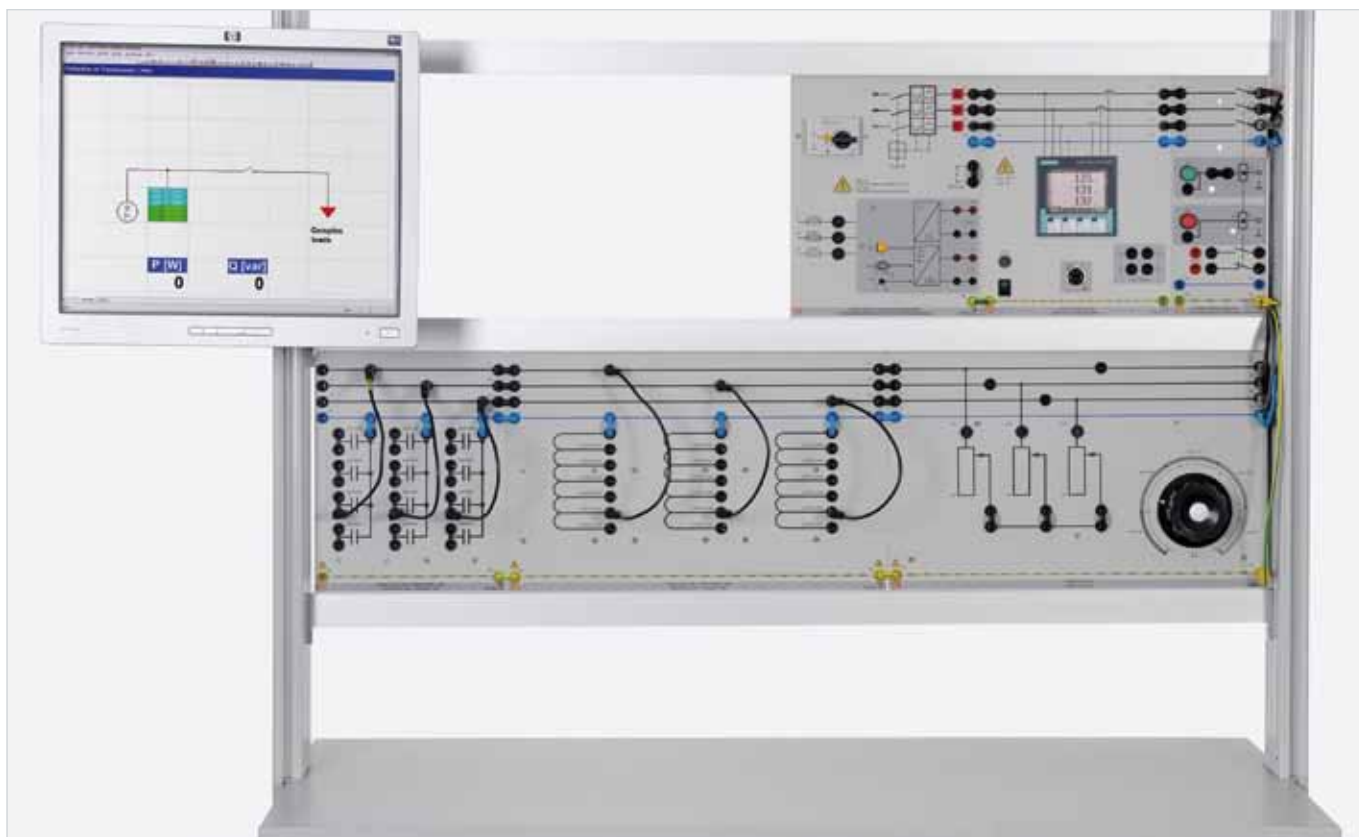
Fuente: SIEMENS



Gestión de energía

Cargas complejas, medición de consumo de energía y control de cargas punta

Los experimentos orientados a conseguir el descenso de las cargas punta por medio de mediciones realizadas con un contador de corriente activa y de máxima intensidad, demuestran que es posible reducir la carga de la red o distribuirla homogéneamente a lo largo de las 24 horas del día. La condición para el empleo efectivo de la técnica de medición es el análisis de la red y de las cargas o aparatos conectados. Por tanto, en los experimentos individuales, se pueden examinar en detalle las cargas estáticas, dinámicas, simétricas y asimétricas.



Ejemplo de experimento: "Medición de consumo de energía de cargas complejas, EUC 1"

Contenidos de aprendizaje

- Cargas de corriente trifásica en circuito estrella y triángulo (cargas R, L, C, RL, RC o RLC)
- Medición por medio de contadores de corriente activa y de máxima intensidad de corriente
 - para cargas RL simétricas y asimétricas
 - en fallo de fase
 - con sobrecompensación (carga RC)
 - con carga activa
 - con inversión de dirección de energía
- Determinación del primer y segundo valor máximo de potencia
- Determinación del valor máximo de potencia con carga asimétrica
- Registro de perfiles de carga

Cargas dinámicas

En la carga dinámica se emplea un motor asíncrono de corriente trifásica acoplado al banco de pruebas de servomotores. Las potencias activas y reactivas (coseno phi del motor) dependen de la carga que soporta la máquina y, por lo tanto, no son constantes. El banco de pruebas de servomotores puede actuar como accionamiento del motor asíncrono de manera que la potencia activa ingrese a la red de corriente trifásica.



Ejemplo de experimento: "Análisis de cargas dinámicas, EUC 2"

Contenidos de aprendizaje

- Carga dinámica de corriente trifásica (motor asíncrono)
- Medición de potencia durante la inversión del flujo de energía

Gestión de energía

Compensación manual y automática de potencia reactiva

En el caso de este tipo de compensación, en las redes de tensión alterna, la corriente reactiva no deseada se reduce en las cargas y, de esta manera, la potencia reactiva ligada a ella. En este caso, en un punto central de alimentación, se integran adicionalmente en el circuito cargas capacitivas dirigidas hacia todas las cargas inductivas. La potencia reactiva capacitiva opuesta debe tener, en lo posible, el mismo valor que la potencia reactiva inductiva instalada. De este modo, se reducen las corrientes reactivas no deseadas y todos los dispositivos necesarios para el suministro de este tipo de corriente no necesitan adoptar dimensiones innecesariamente exageradas.



Ejemplo de experimento: "Compensación automática de potencia reactiva, EUC 3"

Contenidos de aprendizaje

- Puesta en marcha de la máquina asíncrona y registro de parámetros característicos
- Cálculo de los parámetros de los condensadores de compensación
- Compensación con diferentes condensadores
- Determinación de la potencia por etapas
- Compensación manual de potencia reactiva
- Reconocimiento automático de la conexión del regulador de potencia reactiva
- Compensación automática de potencia reactiva

Protección de cargas eléctricas

Máquinas asíncronas de corriente trifásica

Los motores con rotor de jaula de ardilla han sido diseñados para soportar estados de carga de valor constante. El cambio de dicho estado, así como las corrientes de arranque muy elevadas, conducen a un calentamiento no permitido del motor. Los sensores vigilan la temperatura y el consumo de corriente del motor. Sirven para activar dispositivos de protección, como los disyuntores del motor, los relés de protección o los termistores.



Ejemplo de experimento: "Protección de máquinas eléctricas, EEM 4.6"

Contenidos de aprendizaje

- Selección, instalación y ajuste de diferentes sistemas de protección de motores
- Disyuntor de protección del motor
- Relé de protección del motor
- Protección por termistor
- Influencia de diferentes tipos de operación en el calentamiento del motor
- Características de activación del sistema de protección
- Protección contra estados de carga no permitidos

Protección de cargas eléctricas

Protección efectiva del motor, mantenimiento preventivo

En la automatización moderna se emplean sistemas de gestión del motor que, además, ofrecen la posibilidad de proteger, controlar y vigilar óptimamente los accionamientos e instalaciones. De esta manera, por ejemplo, se pueden detectar la temperatura, la tensión o la corriente de la máquina. El funcionamiento del motor se vuelve más transparente al integrar una automatización de procesos de orden superior recurriendo a un sistema de bus de campo (por ejemplo, el PROFIBUS). De esta manera, es posible determinar las cargas de trabajo y el consumo de energía sin necesidad de realizar mediciones in situ.



Ejemplo de experimento: "Relé de gestión del motor, EDT 51"

Contenidos de aprendizaje

- Puesta en marcha asistida por PC del sistema de gestión del motor
- Programación de las funciones del arrancador directo, arranque estrella-delta, arranque de motores de polos conmutables, protección del motor
- Parametrización de las magnitudes de sobrecarga y de la respuesta de desconexión ante cargas diferentes
- Medición de procesos dinámicos durante el arranque
- Mantenimiento preventivo

Sistemas de capacitación de máquinas eléctricas

Aquí encontrará experimentos complementarios del área de ingeniería eléctrica:



Productos con ventajas decisivas

... para una satisfacción duradera de los clientes



Palabras del profesor Guntram Schultz, Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica e Informática de la Universidad de Karlsruhe:

“Soy un gran admirador del sistema de ingeniería eléctrica de Lucas-Nülle. El extenso programa permite realizar innumerables investigaciones que parten de la generación de energía, abarcan la tecnología de distribución y la protección de la red, y llegan hasta el mismo consumo.

Gracias al sistema trifásico de paneles de experimentación, de estructura modular, se pueden abordar paso a paso en los experimentos las relaciones propias de la materia de estudio. Las múltiples posibilidades de ampliación, además, permiten la integración sin fisuras de las energías renovables en la tecnología energética convencional. Ningún otro fabricante ofrece una instalación tan flexible que, de acuerdo con las necesidades, siempre puede convertirse en una estructura completamente nueva.

Me parece que una de las ventajas especiales radica en la escala eléctrica 1:1000 empleada consecuentemente. Esto permite relacionar directamente con la práctica los resultados que se obtienen en las mediciones. Las redes equivalentes realistas, con niveles variables de longitud, posibilitan el empleo de equipos industriales comunes en el comercio para un desarrollo de proyectos en conformidad con la práctica y en un entorno de laboratorio seguro.

El sistema SCADA ejerce una vigilancia óptima de los experimentos y lo mismo se puede decir del control, mientras que la evaluación de datos satisface también todas las exigencias. La documentación, en forma de cursos multimedia, es muy llamativa y tiene una excelente acogida entre los estudiantes. Para el personal docente se destaca en primer plano la calidad de los componentes de experimentación y un concepto didáctico ya probado en la práctica.

Por estas razones nos decidimos por Lucas-Nülle. Con el programa completo podemos planificar sistemáticamente toda la formación profesional del área de ingeniería eléctrica y conducir a los estudiantes resueltamente al trabajo con aplicaciones típicamente industriales.”

El todo es siempre algo más que la suma de sus partes.

Asesoramiento individual de Lucas-Nülle

¿Desea asesoramiento completo y detallado, o desea recibir una oferta concreta?

Puede ponerse en contacto por los siguientes medios:

Teléfono: +49 2273 567-0

Fax: +49 2273 567-39

Lucas-Nülle es sinónimo de sistemas de entrenamiento confeccionados a la medida para la formación profesional en las áreas de:



Tecnología de instalaciones eléctricas



Electroneumática e hidráulica



Tecnología de energía eléctrica



Tecnología de medición



Electrónica de potencia, máquinas eléctricas, tecnología de accionamientos



Microordenadores



Fundamentos de electrotecnia y electrónica



Tecnología de automatización



Tecnología de comunicación



Tecnología del automóvil



Tecnología de control automático



Sistemas de laboratorio

Solicite información detallada en las direcciones de contacto señaladas.

¡Nuestro personal lo asesorará gustosamente!

Encontrará más información acerca de nuestros productos en:

www.lucas-nuelle.com

Lucas-Nülle Lehr- und Meßgeräte GmbH

Siemensstraße 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf
Teléfono: +49 2273 567-0 · Fax: +49 2273 567-39
www.lucas-nuelle.com

