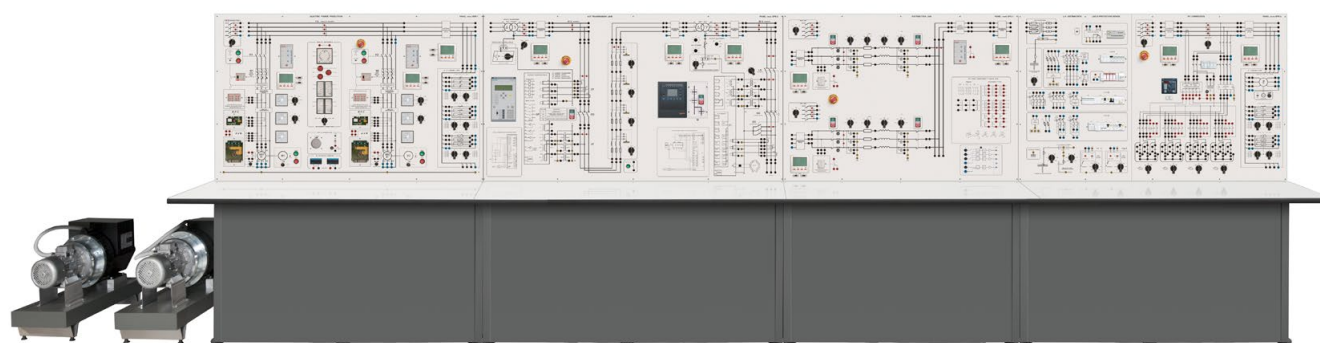


LABORATORIO « ELECTRICAL POWER SYSTEM » GENERACION, TRANSMISION, DISTRIBUCION Y UTILIZO DE LA POTENCIA ELECTRICA

Mod. EPS/EV



OBJETIVOS DEL LABORATORIO:

- Estudio de las típicas **instalaciones de generación de energía** (centrales eléctricas). Funcionamiento y test en vacío/con carga (rendimiento) del generador síncrono trifase, del generador en paralelo con la red, de dos generadores en paralelo independientes de la red, estudio de los dispositivos de protección (relays e interruptores automáticos) para la protección de los generadores.
- Estudio de las **líneas de transporte de energía (líneas AT)**, estudio de los relays programables de protección contra sobrecarga y falla a tierra, estudio del relay distanciométrico, funcionamiento y test en vacío/con carga (rendimiento) de los transformadores elevadores.
- Estudio de las **líneas de distribución de la potencia (líneas MT)**, aplicación de relays programables de protección contra: sobrecarga - cortocircuito - direccional de falta a tierra – intentos de re-cierre) para proteger las líneas controladas con neutro aislado o compensado (bobina de Petersen), funcionamiento y test en vacío/con carga (rendimiento) de los transformadores reductores.
- Estudio de las **líneas de distribución de potencia con parámetros variables (modelos en T)**, conexión en serie y/o en paralelo, control manual o automático del cambio entre una línea principal y una auxiliar, funcionamiento y test en vacío/con carga (conexiones Y - D - Z) de los transformadores trifásicos y análisis de los desfases (índice horario) de las dos ternas de entrada y salida mediante interfaz de desacoplamiento y osciloscopio.
- Estudio y aplicación de los **sistemas de distribución de baja tensión (sistema TT, TN, IT)** y coordinación de los dispositivos de protección contra sobrecarga y falla en la tierra (interruptores automáticos y diferenciales)

test y comprobaciones eléctrico-instrumentales de las instalaciones BT.

- **Análisis del consumo energético** introducido mediante cargas eléctricas mono-trifásicas variables resistivas e inductivas y carga trifásica dinámica (motor trifásico con freno regulable), compensación de la potencia reactiva (corrección del cosφ) con baterías de condensadores de inserción manual/automática en la línea.
- **Mediciones eléctricas con instrumentos digitales con microprocesadores** TRMS de precisión (clase 0,5%), con puerto de conexión a red RS485 para adquisición de datos con PC (red SCADA).

DESTINATARIOS DEL LABORATORIO:

El laboratorio ha sido diseñado para preparar profesionales en la gestión de centrales eléctricas:

- Staff de gestión de centrales en localidades aisladas sin conexión a la red nacional (pequeñas y medianas centrales autónomas),
- Staff encargado del despacho de energía,
- Staff encargado del diseño y control de las instalaciones de baja tensión,
- Staff de grandes centrales conectadas a la red nacional,
- Staff de mantenimiento y control de centrales móviles (naves, plataformas de petróleo, protección civil, militar, etc.).

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:

A) INTEGRACION DE TODAS LAS FASES DE LA POTENCIA ELECTRICA:

- Generación de la potencia eléctrica.
- Distribución: con simuladores de líneas de alta tensión.
- Consumo de la energía.
- Corrección del cosfi en alta y baja tensión (baterías de condensadores).
- Instrumentos de medición y dispositivos específicos para cada fase.

B) COMPLETO, INTEGRADO Y MODULAR

- El Lab está formado por paneles con diagramas eléctricos serigrafiados que contienen los instrumentos y los dispositivos de control.
- Los paneles están conectados mecánicamente entre sí para formar una unidad.
- Los paneles permiten tratar los temas en forma independiente; organizar seminarios/cursos específicos por ejemplo sobre la generación, sobre el paralelo con la red, sobre las líneas de transmisión, etc.
- Los alternadores síncronos tienen como máquinas primarias motores AC trifase con accionamiento electrónico.
- Todas las máquinas, instrumentos y dispositivos de protección son del tipo industrial.
- Toda la instalación está representada gráficamente en el monitor de un PC de supervisión, en los principales nodos de la red se muestran las magnitudes eléctricas típicas (tensiones, corrientes, potencias, etc.)

C) MAXIMA FLEXIBILIDAD DE USO:

- El diseño del laboratorio posibilita el uso independiente de cada elemento, así como el de todos ellos conjuntamente.
- Es posible variar todos los parámetros para analizar el efecto en el sistema y realizar las correcciones necesarias.
- El sistema ofrece diversas configuraciones para expandir el panorama educativo. En cualquier punto del circuito se pueden añadir instrumentos de usuario o excluir los del sistema. Para facilitar la experimentación, hay a disposición switches de varias posiciones para variar los parámetros eléctricos.
- Es posible supervisar los parámetros eléctricos utilizando analizadores digitales con interfaz a PC.
- Las conexiones no requieren de herramientas, y se realizan con cables con conectores de seguridad; se reducen así los tiempos muertos de la experimentación, manteniendo un alto nivel de seguridad para las personas y los equipos. Se pueden realizar circuitos diversos para así ampliar el panorama educativo.
- Todos los dispositivos de protección y control de las máquinas eléctricas y de las líneas son exactamente iguales a los instalados en las centrales industriales y en las redes HT-MT - BT. Por tanto, la secuencia de las maniobras de gestión son exactamente iguales a las realizadas en ambientes industriales.

PROGRAMA EDUCATIVO:

INSTALACIONES PARA LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA (centrales):

Máquina Primaria acoplada al generador síncrono trifásico:

- regulación de la velocidad de rotación de la Máquina Primaria (motor CA),
- estudio y características de la máquina síncrona como generador,
- operaciones de paralelo entre generadores y con la red,
- dispositivos de protección, de medición y control de la energía.

INSTALACIONES DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE LA ENERGIA:

Transformadores trifásicos y líneas de potencia:

- estudio y características del transformador trifásico (test en vacío y con carga)
- elevación, reducción y desfase de la tensión entre el primario y secundario del transformador (conexiones D, Y, zigzag),
- paralelo de transformadores y la red,
- dispositivos de protección y control del transformador,
- estudio de las líneas de transmisión de energía de alta tensión, en serie y en paralelo.

ESTUDIO DE LOS RELAYS DE PROTECCION

- parámetros y aplicaciones típicas de los relays de protección,
- estudio de las características de funcionamiento de los relays de protección,
- códigos ANSI/IEE C37.2. de las funciones de protección,
- combinación de varios relays para cumplir determinados objetivos de protección.

COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA, CORRECCION DEL COSFI

- medición de la energía activa, reactiva, requisitos de potencia,
- corrección del cosfi con baterías capacitivas, inserción manual o automática.

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION

- sistema TT - TN - IT,
- instalaciones de toma de tierra de la cabina y del usuario, masas.
- dispositivos de protección, contra sobreintensidad y averías (fusibles, interruptores magnetotérmicos y diferenciales),
- coordinación de los dispositivos de protección (selectividad amperométrica y por diferencias temporales).

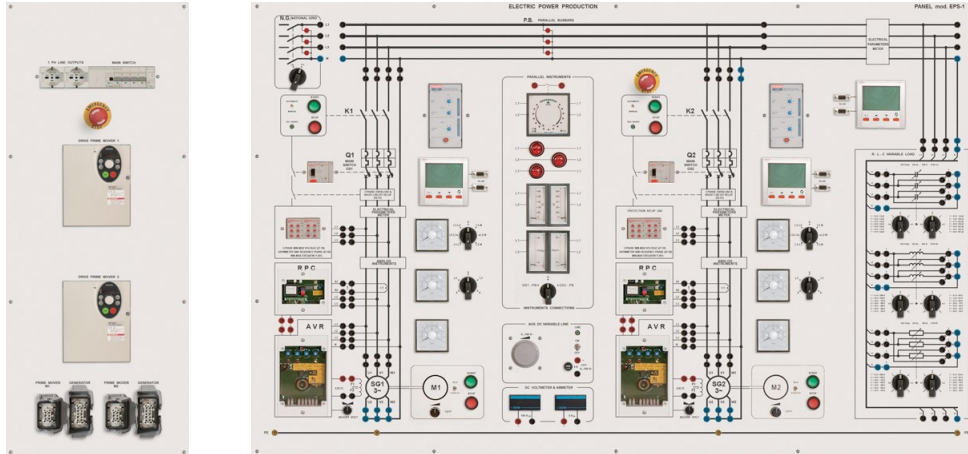
ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Estructura metálica realizada en chapa y tubos de acero pintados con barniz epoxídico, panel frontal de aleación de aluminio serigrafiado con representación gráfica multilineal de los componentes instalados.

Dimensiones totales: 6400 x 1000 x 1800 cm

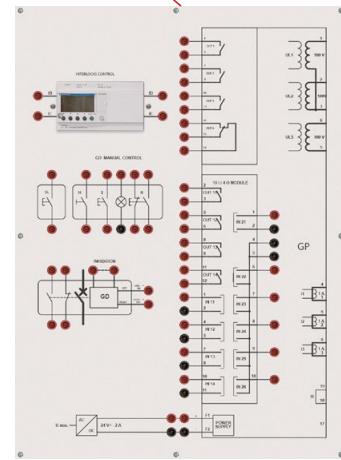
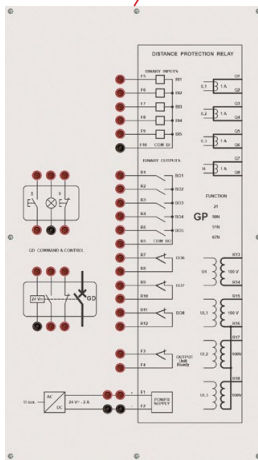
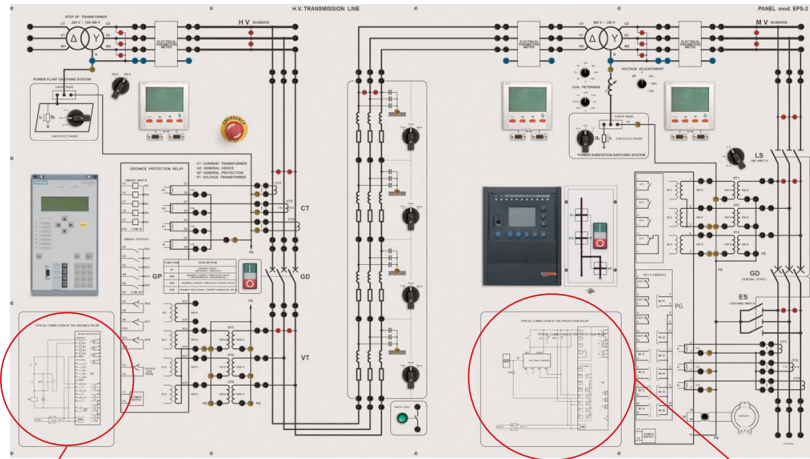
Peso: 1800 kg (indicativo)

EPS/EV - DESCRIPCION DE PANELES



PANEL EPS-1/EV GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

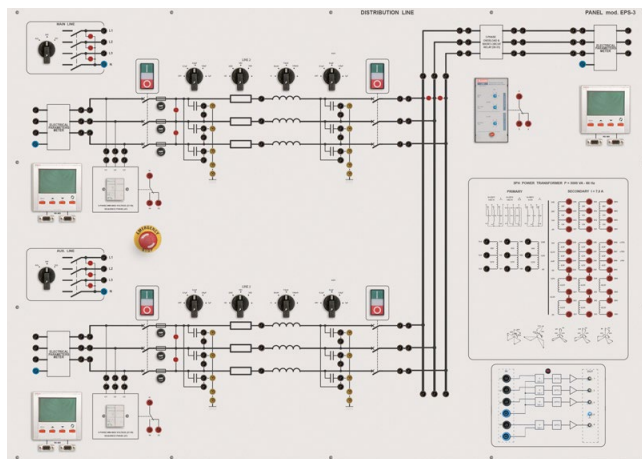
- **1 Interruptor automático general termomagnético diferencial** $I_n=25$ A, $I_{dn} = 0,3$ A, tipo A, con dispositivo de desenganche de mínima tensión y 5 pulsadores de parada de emergencia con retención mecánica, distribuidos en los distintos paneles frontales. Dos tomas monofásicas para la alimentación de los diversos instrumentos o del PC
- **2 Grupos motor-generador** cada uno formado por:
 - Máquina Primeris: motor trifase 220/380 V 4 kW 4 polos.
 - Generador sin escobillas (brushless) 220 V; 12 kVA máx., operante a potencia nominal 2 KVA, para lograr gran estabilidad en las distintas condiciones de carga.
 - Accionamiento trifásico PWM para el motor trifase, alimentación 3x220 V, pot. 4 kW.
 - Regulador automático de tensión (AVR) y control de la distribución de la potencia reactiva de los generadores en paralelo (RPC).
 - Relay de control frecuencias máx / mín, relay de tensión máx / mín y de secuencia de fases, relé de sobrecarga y cortocircuito, interruptor termo magnético trifásico, para asistencia, consenso y desenganche del interruptor en paralelo.
 - Voltímetro analógico y conmutador fase-fase y fase-neutro, amperímetro analógico y conmutador de fases, frecuencímetro analógico para visualizar de manera inmediata los parámetros del alternador.
 - Instrumento multifuncional digital a microprocesador, para medir tensión (hasta 500 V), corriente (hasta 20 A), potencia activa y reactiva, factor de potencia de las fases y del sistema trifásico de salida de cada generador. Miden y registran la energía activa y aparente, realizan el análisis armónico (THD%) hasta el orden 31 de las tensiones y de las corrientes. Incluye puerto de comunicación RS485 para la conexión a la red de supervisión y un módulo de memoria local para el registro y las funciones de datalogger.
- **1 Columna en paralelo de los generadores** formada por:
 - Doble voltímetro vertical analógico 300 V.
 - Doble frecuencímetro vertical analógico 40...70 Hz.
 - Sincronoscopio con LED giratorio y contacto de relay para el paralelo automático.
 - 3 luces E14 - 5 W para indicación de la sincronización en el paralelo.
 - Conmutador para el cambio rápido de la inserción de los instrumentos entre las barras y el generador 1 o 2.
- **1 Unidad de carga para realizar test en los generadores y en las líneas de transmisión** compuesta por:
 - sector resistivo variable alimentación 220/380 V D/Y o monofásico 220 VCA/CC potencia fraccionable en 50 pasos de 0 a 3700 W (potencia activa).
 - sector inductivo variable alimentación 220/380 V D/Y o monofásico 220 VCA potencia fraccionable en 50 pasos de 0 a 3700 W (potencia reactiva inductiva).
 - sector capacitivo variable alimentación 220/380 V D/Y o monofásico 220 VCA potencia fraccionable en 50 pasos de 0 a 3700 var (potencia reactiva capacitiva).
- **Instrumento multifuncional** (características como las de arriba) para medición de los parámetros eléctricos en las barras en paralelo.
- **Fuente de Alimentación variable CC.** Características:
 - Salida continuamente variable 0 a 100 Vcc; corriente máxima 4 A
 - Voltímetro digital 4 cifras 99,99 Vcc
 - Amperímetro digital de 3 cifras 5,00 Acc con derivador
 - Terminales de seguridad \varnothing 4 mm protección con fusible.
 La fuente se utiliza para la medición de las resistencias de las bobinas de las máquinas (generadores y transformadores) y para excitar manualmente el generador durante las pruebas como alternativa al AVR (regulador automático de tensión).



PANEL EPS-2/EV LINEA DE TRANSMISION DE ALTA TENSION

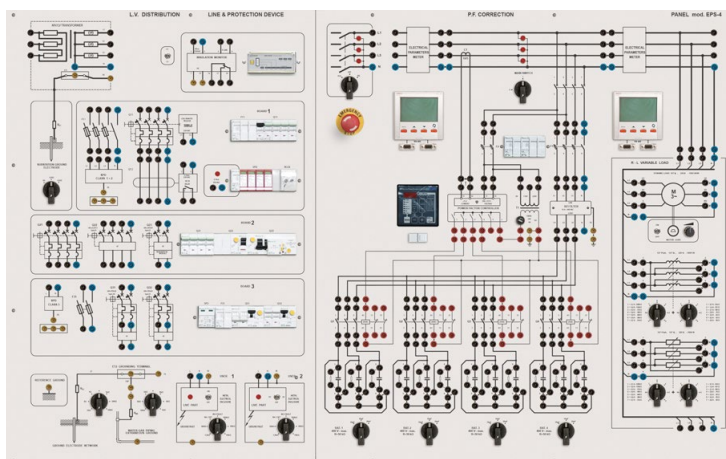
- **Línea de transmisión HV** compuesta por:
 - Transformador trifásico elevador potencia 4 kVA tensión primaria 220 V conexión de triángulo, tensión secundaria de 380 V conexión en estrella; además, el secundario se puede conmutar a 100 V.
 - Instrumento multifuncional (características como las de arriba) para medir los parámetros eléctricos de salida del transformador.
 - Relay distanciométrico programable conectado con 3 TA y 3 TV a la línea de potencia que controla el dispositivo de apertura. Para máxima seguridad, en el panel frontal se realizan las conexiones del circuito de potencia (circuito AT), mientras en panel sinóptico separado, los circuitos de control (apertura y cierre) de la protección general se realizan mediante puentes y cables con terminales de seguridad.
 - Simulador de línea de alta tensión con parámetros R L y C regulables y selección de longitudes diferentes en km, línea fraccionada en 4 secciones para introducir la falla a tierra en puntos diferentes. La presencia de tensión viene señalada mediante espías; la corriente nominal de la línea es de 5 A.
- **Instrumento multifuncional** (características como las de arriba) para medir los parámetros eléctricos de salida de la línea AT.

- **Línea de transmisión MV** compuesta por:
 - Transformador trifásico reductor de tensión, 3 kVA tensión primaria 380 V conexión de triángulo, tensión secundaria 220 V conexión en estrella; si es necesario el secundario se puede regular mediante conmutador entre -5% y + 5 -10 -15 %.
 - Instrumento multifuncional (características como las de arriba) para medir los parámetros eléctricos de salida del transformador.
 - Relay multifunción programable conectado con 3 TA, TA toroidal y 3 TV a la línea de potencia que controla el dispositivo de apertura. Para máxima seguridad, en el panel frontal se realizan las conexiones del circuito de potencia (circuito MT), mientras en un panel sinóptico separado, los circuitos de control (apertura y cierre, nuevo cierre, etc.) siempre con puentes y cables con terminales de seguridad. La funcionalidad del dispositivo general está controlada mediante un contador de potencia controlado desde un PLC para los bloqueos entre el seccionador de línea SL, el dispositivo general DS t el seccionador de toma de tierra SE y el relay de protección general PG. La presencia de tensión viene señalada mediante luz espía.



PANEL EPS-3/EV - LINEAS DE DISTRIBUCION

- **Líneas de distribución (double bus bar)** formada por:
 - 2 líneas de distribución de alta/media tensión con parámetros R L y C regulables según las diversas secciones y longitudes de la línea. Las líneas siguen el modelo PI, a escala reducida, típicas de las redes de distribución. Las líneas pueden utilizarse individualmente o en conexión serie o paralelo. La presencia de tensión se indica con luz espía, mientras que la protección contra sobrecarga se realiza mediante fusibles rápidos.
 - Se pueden realizar y estudiar líneas aisladas (IT) o con neutro compensado.
 - 3 Instrumentos multifuncionales (características como las de arriba) para medir los parámetros eléctricos de entrada de cada una de las líneas y en el punto común de salida.
 - 2 Relays de mín/máx tensión y secuencia de fases para redes de 220 V en la entrada de las líneas.
 - 1 Relays de max. Corriente y cortocircuito trifásico con regulación 0-5 A y 5-25 A ac, en el punto común de salida.
 - Prevista la modalidad "línea principal" y "línea auxiliar" con switching automático según la condición operativa (falta de la línea principal); la lógica del automatismo se realiza con un PLC, dirigido por relays de tensión.
 - Transformador multitensión trifásico, potencia 3 kVA, con diferentes conexiones de primario y secundario para estudiar el índice horario. Posibles tensiones primarias, 220 V Y - 220 V D - 380 V Y. Posibles tensiones secundarias 127 V y - 220 V y - 127 z; si es necesario el secundario posee tomas para realizar 3 diferentes desfases angulares (5, 10 y 20°).
 - Interface de 4 canales para desacoplar las tensiones de red para el análisis de los desfases (índice horario) mediante osciloscopio, Uin 500 Vca máx., Uout +5 Vcc/ca.



PANEL EPS-4/EV LINEA DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION - DISPOSITIVOS DE PROTECCION / CORRECCION DEL COSFI

- **Distribución y protección de baja tensión** conformada por:
 - 1 transformador de aislamiento trifásico 220-380 V / 127-220 V - 3 kVA
 - 1 dispositivo de protección contra perturbaciones SPD 3+1 clase 1+2 con circuito para los fusibles seccionables, y 1 dispositivo SPD 1+1 clase 3 con pareja para los fusibles seccionables.
 - 1 interruptor automático magnetotérmico 4 x 8 A, curva C + bobina de disparo de corriente
 - 1 relay diferencial clase A con I_{dn} y tiempo regulable hasta 5 A y 5 s.
 - 1 Monitor de control de aislamiento de los sistemas de baja tensión aislados de tierra (sistema IT o IT-M).
 - Toma de tierra de cabina con 3 valores de resistencia seleccionables.
 - Dispensor de tierra usuario y masas con 7 valores de resistencia seleccionables

- 1 interruptor automático magnetotérmico 4 x 4 A, curva C.
 - 1 interruptor automático diferencial 4 polos 25 A / 0,3 A, clase A, selectivo "S"
 - 1 interruptor diferencial bipolar I_{dn} = 30 mA, tipo A, con dispositivo automático de reinserción.
 - 1 interruptor automático magnetotérmico diferencial 2 x 1 A curva C, I_{dn} 0,03 A clase AC, tipo de intervención general "G", se puede utilizar únicamente el interruptor magnetotérmico sin la parte diferencial.
 - 1 interruptor automático magnetotérmico diferencial 2 x 2 A curva C, I_{dn} 0,03 A clase A, tipo de intervención general "G", se puede utilizar únicamente el interruptor magnetotérmico sin la parte diferencial.
 - 1 simulador de servicio eléctrico con avería de tierra sinusoidal; resistencia de avería seleccionable entre 7 valores y avería real.
 - 1 simulador de servicio eléctrico con avería de tierra sinusoidal o unidireccional; resistencia de avería seleccionable entre 7 valores y avería real.
 - Instrumento multifunción para tests eléctricos de baja tensión.
 - Multímetro digital TRMS autorange
 - Pinza amperimétrica para corrientes nominales (400 A) y dispersas (resolución 0,1 mA).
- **Corrección de la potencia reactiva** compuesta por:
 - 1 Regulador automático del $\cos\phi$ basado en microprocesador, tensión nominal 220 V 50-60 Hz - entrada amperométrica hasta 10 A, configuración $\cos\phi$, 5 salidas de relays para la activación de los contactores de las baterías de condensadores, configuración manual de los parámetros mediante teclado asistido desde la pantalla o mediante conexión al PC con software específico.
 - 2 Instrumentos multifuncionales (características como las de arriba) para medir a la vez los parámetros eléctricos de la línea y de la carga (consumidor).
 - 1 Interruptor cuadripolar 16 A, par de fusibles de protección de los circuitos.
 - Filtro de eliminación de perturbaciones de la línea trifásica con neutro - U_{max} 440 V, I_n 10 A.
 - 4 Contactores tripolares para la reposición I_{th} (AC1) 25 A (7,5 kvar a 400 V) con dispositivos de limitación transitoria de la inserción, bobinas 24 Vca 50-60 Hz, con 2 contactos auxiliares NC.
 - 1 Transformador monofásico PELVI primario 127-220, secundario 24 V - 100 VA
 - 4 Baterías de condensadores trifásicos 400 Vca con conmutadores de selección 10-15-20 μ F y sus relativas resistencias de descarga. Los condensadores se pueden conectar de modo monofásico o trifásico estrella-triángulo, posibilitando así el desarrollo de sistemas de reposición automática de hasta 4 estadios iguales entre ellos (2 - 3 - 4 kvar) o de hasta 3 uno el doble del otro (3,7 kvar).

- **1 Unidad de consumo de energía** (servicios con potencias activas/reactivas regulables) compuesta por:
 - sector resistivo variable alimentación 127/220 V D/Y o monofásico 100...127 VCA/CC potencia fraccionable en 50 pasos de 0 a 3000 W (potencia activa).
 - sector inductivo variable alimentación 127/220 V D/Y o monofásico 110...127 VCA potencia fraccionable en 50 pasos de 0 a 3700 W (potencia reactiva inductiva).
 - carga dinámica trifásica con motor asíncrono jaula 3 x 220 V - 1, 5 kW (conexión en estrella) acoplado a un freno electromagnético con dispositivo para regular la acción de frenado, y variar la potencia activa/reactiva linealmente.

INDISPENSABLE

SERVICIOS (A CARGO DEL CLIENTE)

- Alimentación eléctrica: trifásica 3x 208-220 V 50-60 Hz
consumo 10 kVA

INCLUIDO

MANUAL TEORICO-EXPERIMENTAL MANUAL PRACTICO CON EJERCICIOS



ACCESORIOS:

- Set de 330 puentes con terminales de seguridad de 4 mm.
- Set de 100 cables con colores y longitudes diferentes y terminales de seguridad de 4 mm.
- Convertidor RS485 / RS232 para red SCADA.
- Software de control remoto DMK SW y Software de gestión de registro de datos DMK SW 10.
- Personal Computer (desktop) procesador i7 con monitor 22" (en el PC están instalados todos los software suministrados).
- Osciloscopio digital tipo GW GDS-2204A 4 canales en color.