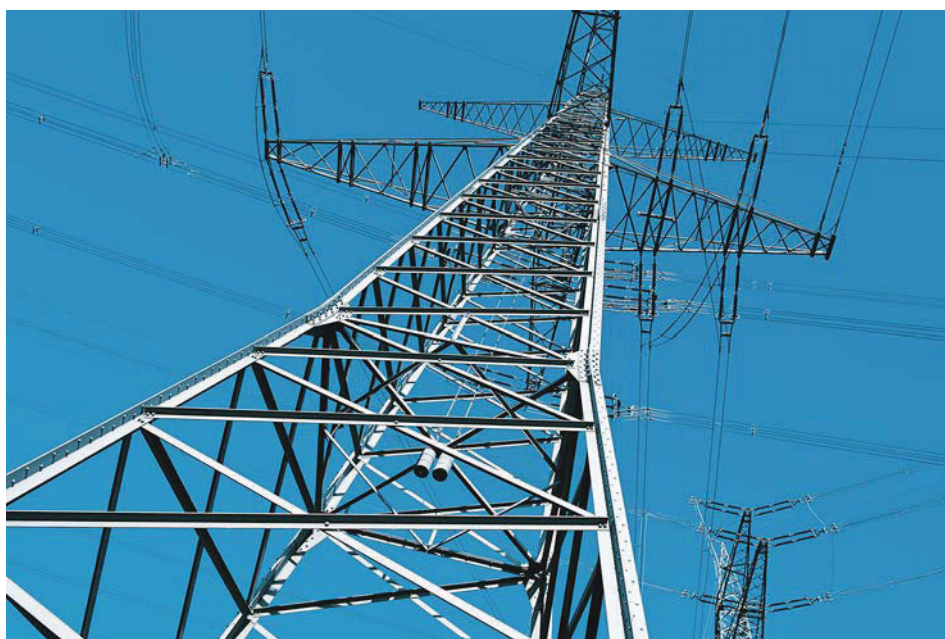


Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica

FESTO

Tecnología de la energía eléctrica

Manual del usuario



Electricidad y Nuevas Energías

Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica

Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento

54708-GJ

Nº de artículo: 54708-GJ

Primera edición

Actualización: 05/2017

Por el personal de Festo Didactic

© Festo Didactic Ltée/Ltd, Québec, Canada 2017

Internet: www.festo-didactic.com

e-mail: did@de.festo.com

Impreso en Canadá

Todos los derechos reservados

ISBN 978-2-89747-971-8 (Versión impresa)

ISBN 978-2-89747-972-5 (CD-ROM)

Depósito legal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Depósito legal – Library and Archives Canada, 2017

El comprador adquiere un derecho de utilización limitado simple, no excluyente, sin limitación en el tiempo, aunque limitado geográficamente a la utilización en su lugar / su sede.

El comprador tiene el derecho de utilizar el contenido de la obra con fines de capacitación de los empleados de su empresa, así como el derecho de copiar partes del contenido con el propósito de crear material didáctico propio a utilizar durante los cursos de capacitación de sus empleados localmente en su propia empresa, aunque siempre indicando la fuente. En el caso de escuelas/colegios técnicos, centros de formación profesional y universidades, el derecho de utilización aquí definido también se aplica a los escolares, participantes en cursos y estudiantes de la institución receptora.

En todos los casos se excluye el derecho de publicación, así como la inclusión y utilización en Intranet e Internet o en plataformas LMS y bases de datos (por ejemplo, Moodle), que permitirían el acceso a una cantidad no definida de usuarios que no pertenecen al lugar del comprador.

Todos los otros derechos de reproducción, copiado, procesamiento, traducción, microfilmación, así como la transferencia, la inclusión en otros documentos y el procesamiento por medios electrónicos requieren la autorización previa y explícita de Festo Didactic.

La información contenida en este documento está sujeta a cambios sin previo aviso y no representa ningún compromiso por parte de Festo Didactic. Los materiales Festo descritos en este documento se suministran bajo un acuerdo de licencia o de confidencialidad.

Festo Didactic reconoce los nombres de productos como marcas de comercio o marcas comerciales registradas por sus respectivos titulares.

Todas las otras marcas de comercio son propiedad de sus respectivos dueños. Es posible que en este manual se utilicen otras marcas y nombres de comercio para referirse a la entidad titular de las marcas y nombres o a sus productos. Festo Didactic renuncia a todo interés de propiedad relativo a las marcas y nombres de comercio que no sean los propios.

Símbolos de seguridad y de uso frecuente

Los siguientes símbolos de seguridad y de uso frecuente pueden encontrarse en este manual y en los equipos:

Símbolo	Descripción
	PELIGRO indica un nivel alto de riesgo que, de no ser evitado, ocasionará la muerte o lesiones de gravedad.
	ADVERTENCIA indica un nivel medio de riesgo, que de no ser evitado, puede ocasionar la muerte o lesiones de gravedad.
	ATENCIÓN indica un nivel bajo de riesgo, que de no ser evitado, puede ocasionar lesiones menores o leves.
	ATENCIÓN utilizado sin el <i>símbolo de riesgo</i> ⚠, indica una situación de riesgo potencial que, de no ser evitada, puede ocasionar daños materiales.
	Precaución, riesgo de descarga eléctrica
	Precaución, superficie caliente
	Precaución, posible riesgo. Consultar la documentación correspondiente.
	Precaución, riesgo al levantar
	Precaución, riesgo de atrapamiento en transmisiones por correa
	Precaución, riesgo de atrapamiento en transmisiones por cadena
	Precaución, riesgo de atrapamiento en transmisiones por engranaje
	Precaución, riesgo de aplastamiento las manos
	Aviso, radiación no ionizante
	Consultar la documentación correspondiente.
	Corriente continua
	Corriente alterna
	Corriente alterna y continua
	Corriente alterna trifásica
	Terminal de tierra (común)

Símbolo	Descripción
	Terminal de conductor protegido
	Terminal de chasis
	Equipotencial
	Encendido (fuente)
	Apagado (fuente)
	Equipo protegido con aislamiento doble o reforzado
	Botón biestable en posición pulsado
	Botón biestable en posición no pulsado

Índice

Acerca de este manual.....	VII
1 Acerca de este documento.....	1
2 Requisitos generales para la operación del equipo	1
3 Uso conforme a lo previsto.....	2
4 Garantía y responsabilidad	2
5 Para su seguridad	3
5.1 Información importante.....	3
5.2 Obligaciones de la empresa operadora	3
5.3 Obligaciones de los estudiantes	3
6 Instrucciones de trabajo y de seguridad	4
6.1 General.....	4
6.2 Sistema eléctrico.....	5
6.3 Sistema mecánico	6
7 Instalación y puesta en servicio de los equipos	7
7.1 Requisitos ambientales.....	7
7.2 Requisitos de la alimentación	7
7.3 Manipulación e instalación de los módulos	8
7.3.1 Manipulación de los módulos	8
7.3.2 Instalación de un módulo en un puesto de trabajo A4	10
7.4 Conexión de los equipos a tomas ca	11
7.5 Verificación de la instalación eléctrica del aula de laboratorio.....	13
7.5.1 Verificación del cableado de las tomas ca en el aula de laboratorio	14
7.5.2 Verificación de la secuencia de fases en las tomas ca trifásicas del laboratorio	16
7.5.3 Verificación de la igualdad de la forma de conexión de las tomas ca trifásicas del laboratorio	17
7.6 Instrucciones de puesta a tierra de protección	20
7.7 Inicio rápido	22
7.7.1 Instalación y encendido del equipo.....	22
7.7.2 Apagado, desconexión y remoción del equipo	24
8 Precauciones de seguridad	24
8.1 Advertencia preliminar	24
8.2 Advertencias generales.....	25
8.3 Indicación de conformidad	26
8.4 Grados de protección (IP)	26
8.5 Equipos de protección personal (EPP).....	27
8.6 Modificación del equipo	27

9	Conectores, control y pantalla de los equipos.....	28
9.1	Carga resistiva.....	28
9.2	Resistores de carga del aerogenerador.....	29
9.3	Carga inductiva	30
9.4	Carga capacitiva.....	31
9.5	Banco trifásico de transformadores	32
9.6	Transformador monofásico	33
9.7	Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad	34
9.8	Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.....	35
9.9	Fuente de alimentación ca de 24 V.....	36
9.10	Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.....	37
9.11	Interfaz de adquisición de datos y de control.....	39
10	Mantenimiento de los equipos.....	40
10.1	Mantenimiento general	41
10.2	Mantenimiento de las máquinas rotativas	41
10.3	Consumibles y piezas de recambio	42
10.4	Eliminación.....	43
10.4.1	Mantenimiento y eliminación de las baterías	43
10.5	Limpieza	43

Acerca de este manual

Consideraciones de seguridad

La tabla de símbolos de seguridad que aparece al principio del manual contiene un listado de los símbolos de seguridad que pueden aparecer en este manual o en el equipo.

Asegúrese de portar los elementos de protección adecuados al utilizar el sistema. Nunca debe utilizar el equipo si tiene motivos para pensar que operarlo puede resultar peligroso.

1 Acerca de este documento

El operador debe familiarizarse con el contenido de este manual antes de instalar y operar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

Este manual puede descargarse libremente desde el sitio web de Festo Didactic.

Copias impresas de este manual pueden obtenerse libremente por encargo. Póngase en contacto con su representante comercial de Festo Didactic.

2 Requisitos generales para la operación del equipo

Requisitos generales para la operación segura del equipo eléctrico:

- En las instalaciones comerciales deben respetarse las normas nacionales para la operación de los sistemas y equipos eléctricos.
- Un supervisor debe inspeccionar el laboratorio o aula.
 - Un supervisor es un electricista cualificado o una persona con formación en ingeniería eléctrica, que conoce los requisitos y directivas de seguridad aplicables y cuya formación se ha documentado en consecuencia.
- La instalación y la puesta en servicio del equipo deben realizarse como se indica en la documentación adjunta, antes de que algún usuario pueda utilizar el equipo para el uso previsto.
- Nunca debe utilizarse equipo dañado o defectuoso.
 - Debe impedirse la utilización de aparatos dañados y se les debe retirar del laboratorio o aula.
 - Los cables y cordones de conexión, tubos neumáticos y mangueras hidráulicas dañados suponen un riesgo para la seguridad y deben retirarse del laboratorio o aula.

La normativa de ciertos países exige que el laboratorio o aula estén equipados con los siguientes aparatos:

- Las tomas ca del laboratorio o aula deben estar protegidas mediante dispositivos de corriente residual (RCD - del inglés *Residual Current Devices*).
 - Los equipos eléctricos (por ejemplo, unidades de alimentación, compresores, unidades de potencia hidráulica, etc.) solo pueden utilizarse en salas de capacitación equipadas con dispositivos de corriente residual (RCD).
 - Para proteger las tomas ca del laboratorio o aula, deben utilizarse disyuntores de corriente residual de tipo A o tipo B con una corriente residual ajustada de acuerdo con la normativa local (generalmente ≤ 30 mA).
- Las tomas ca del laboratorio o aula deben estar protegidas mediante dispositivos de protección contra sobrecorrientes.
 - Disyuntores o fusibles

Para mayor seguridad, el laboratorio o aula también pueden estar equipados con los siguientes aparatos:

- Se pueden suministrar uno o varios aparatos de desconexión de energía.
 - Se puede suministrar un dispositivo de apagado de emergencia para interrumpir la alimentación eléctrica de todo el laboratorio o aula.
 - En cada puesto de trabajo puede incluirse un dispositivo de apagado de emergencia para interrumpir la alimentación eléctrica solo en el puesto de trabajo.
- El laboratorio o aula pueden asegurarse de modo que personas sin autorización no puedan activar la alimentación eléctrica ni el suministro de aire comprimido. Ello puede lograrse mediante:
 - Interruptores de encendido bloqueables
 - Válvulas de cierre/apertura bloqueables

3 Uso conforme a lo previsto

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica de Festo Didactic solo pueden utilizarse:

- para su fin previsto en aplicaciones de enseñanza y capacitación;
- cuando sus funciones de seguridad estén en perfecto estado.

Los componentes de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica se han diseñado de acuerdo con la técnica más avanzada y normas de seguridad reconocidas. No obstante, si se utilizan de forma incorrecta los equipos, éstos pueden dañarse, y la vida e integridad física de los usuarios y de terceras personas pueden estar expuestas a peligros.

El programa de aprendizaje de Festo Didactic se ha desarrollado y creado exclusivamente para la capacitación básica y avanzada en el campo de la ingeniería eléctrica. Las instituciones de capacitación y los supervisores deben garantizar que todos los estudiantes respeten las precauciones de seguridad descritas en este manual.

4 Garantía y responsabilidad

Nuestras "Condiciones generales de venta y suministro" son aplicables siempre. Éstas se entregan a la empresa operadora a más tardar durante la firma del contrato de venta. Las reclamaciones de garantía y responsabilidad derivadas de lesiones y/o daños materiales quedan excluidas si se puede demostrar que se deben a una o más de las causas siguientes:

- El uso del equipo con un propósito diferente al previsto.
- La puesta en servicio o la operación incorrecta del equipo.
- El uso del equipo con equipos de seguridad defectuosos o con equipos de seguridad y protección conectados de forma incorrecta o no funcionales.
- El incumplimiento de las instrucciones que se incluyen en la documentación fundamental, en relación con la puesta en servicio y la utilización segura del equipo.
- Las modificaciones no autorizadas del equipo.

- Las reparaciones realizadas de forma inadecuada.
- Las catástrofes causadas por la influencia de cuerpos extraños y eventos de fuerza mayor.

Por la presente, Festo Didactic excluye toda responsabilidad relativa a daños sufridos por los estudiantes, la institución de enseñanza y/o terceras partes, que tengan lugar durante el uso del equipo en situaciones en las que su fin sea distinto a la enseñanza y la formación, a menos que tales daños hayan sido causados por intención dolosa o negligencia grave por parte de Festo Didactic.

5 Para su seguridad

5.1 Información importante

Los prerrequisitos fundamentales para el uso seguro y el buen funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica incluyen el conocimiento de las precauciones básicas de seguridad y de las normas de seguridad. Este manual incluye instrucciones importantes para el uso seguro de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

En particular, todas las personas que trabajen con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica deben respetar las precauciones de seguridad. Además, deben respetarse todas las normas y reglamentos pertinentes para la prevención de accidentes, aplicables en el lugar de uso correspondiente.

5.2 Obligaciones de la empresa operadora

La compañía operadora solo permite que trabajen con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica los usuarios que cuenten con las cualificaciones siguientes:

- Personas familiarizadas con las normas básicas relativas a la seguridad laboral y la prevención de accidentes, y que hayan recibido la capacitación necesaria para el uso de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.
- Personas que hayan leído y entendido el capítulo relativo a la seguridad y advertencias de este manual.

Es preciso evaluar al personal de forma periódica en relación con los hábitos de trabajo seguros.

5.3 Obligaciones de los estudiantes

Todas las personas autorizadas para trabajar con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica deben realizar las etapas siguientes antes de comenzar a trabajar.

- Leer las secciones relativas a la seguridad y advertencias de este manual.
- Familiarizarse con la normativa básica referente al trabajo seguro y la prevención de accidentes.

6 Instrucciones de trabajo y de seguridad

6.1 General

ADVERTENCIA



¡Presencia de tensión peligrosa y maquinaria rotativa!

- Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica conducen tensiones peligrosas y controlan máquinas rotativas que también pueden ser peligrosas. La omisión de las advertencias y/o el incumplimiento de las instrucciones de seguridad de este manual pueden generar peligros mortales, lesiones graves o daños importantes a la propiedad.

ATENCIÓN



- Los estudiantes solo deben trabajar con los equipos bajo la vigilancia de un supervisor cualificado.
- Respete las especificaciones incluidas en la información técnica de los componentes individuales, y en particular todas las instrucciones de seguridad.
- Realice el montaje de los equipos de modo tal que no se dificulte la activación de los interruptores y seccionadores.
- Todo mal funcionamiento de los equipos que pueda perjudicar la seguridad debe eliminarse de inmediato.
- Use elementos de protección personal (gafas de seguridad, zapatos de seguridad, etc.) cuando trabaje con los equipos.

6.2 Sistema eléctrico



- **¡Riesgo de muerte en caso de falta o interrupción del conductor de puesta a tierra de protección!**
 - Los equipos con terminales de conexión a tierra deben estar siempre puestos a tierra.
 - Las conexiones a tierra deben realizarse siempre en primer lugar (es decir, antes de realizar conexiones hacia las fuentes de tensión) y retirarse en último lugar (es decir, después de retirar todas las conexiones hacia las fuentes de tensión).
 - Los conductores de puesta a tierra de protección (color amarillo-verde) no deben desconectarse, ni al interior ni al exterior de ningún aparato.
 - Nunca se debe retirar ni dañar el aislamiento de los conductores de protección.
 - Los equipos con una alta corriente de fuga deben conectarse a tierra además con un conductor de tierra de protección adicional. Estos equipos suelen suministrarse con un terminal de tierra de protección adicional destinado a este propósito.
- **¡Riesgo de muerte al conectar fuentes de alimentación en serie!**
 - No se permiten tensiones de contacto superiores a 25 V ca o 60 V cc.
 - Entrar en contacto con tensiones superiores a 33 V ca o 70 V cc puede ser letal.
 - No conecte fuentes de tensión en serie.
- **¡Riesgo de muerte debido a descargas eléctricas!**
 - No se permiten tensiones de contacto superiores a 25 V ca o 60 V cc.
 - Entrar en contacto con tensiones superiores a 33 V ca o 70 V cc puede ser letal.
 - Las salidas de las fuentes de alimentación (tomas/terminales de salida) así como los cables o conductores conectados a ellas deben protegerse del contacto directo.
 - Para las conexiones eléctricas utilice solo cables o conductores con enchufes de seguridad (esto es, con puntos de contacto totalmente cubiertos).
 - Utilice solo cables o cordones de aislamiento y resistencia eléctrica adecuados.
 - Desconecte todas las fuentes de alimentación antes de trabajar en circuitos eléctricos. Solo pueden hacerse o retirarse conexiones eléctricas cuando no haya tensión presente.



- En los equipos eléctricos, sus componentes (por ejemplo, condensadores grandes) pueden permanecer cargados a niveles de tensión peligrosos durante cierto tiempo después de desconectar los equipos de todas las fuentes de energía eléctrica. Es posible entrar en contacto con estos componentes al abrir la carcasa del equipo, lo cual supone un riesgo de descarga eléctrica. Después de desconectar las fuentes de alimentación, espere unos minutos antes de trabajar con alguno de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.
- En caso de daños visibles, mal funcionamiento, almacenamiento o transporte incorrectos, el equipo ya no funcionará de forma segura. En todas estas situaciones, desconecte la alimentación eléctrica inmediatamente y bloquee el equipo a fin de evitar su utilización accidental.

ATENCIÓN

- Al extender los cables y los cordones asegúrese de que éstos no se doblen ni aplasten.
- No coloque los cables ni los cordones sobre superficies calientes. Las superficies calientes del equipo se identifican con el correspondiente símbolo de seguridad.
- Siempre tire del enchufe al desconectar cables o cordones. Nunca tire del cable o del cordón.
- ¡Nunca deben cubrirse las rejillas de ventilación del equipo! Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica deben instalarse en puestos de trabajo A4 o colocarse sobre superficies rígidas y resistentes al fuego para que el aire pueda fluir a través de las rejillas sin restricciones. El equipo se enfría principalmente por convección.
- Asegúrese de que los cables y cordones de conexión no estén sometidos a esfuerzos de tracción continuos.
- No se deben exceder las corrientes de carga máximas admisibles para los aparatos y los cables o cordones de conexión.
 - Compare siempre los valores nominales de corriente del dispositivo, los cables o cordones y la protección contra sobrecorrientes (fusible o disyuntor). De ser necesario, utilice un fusible o un disyuntor aguas arriba para lograr una protección adecuada contra sobrecorrientes.
- Asegúrese de utilizar cordones de alimentación desmontables y de especificaciones adecuadas.
- Cuando sustituya fusibles en el equipo, utilice solo los fusibles especificados que tengan la corriente nominal y la característica de disparo apropiadas.
- Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica pueden generar interferencia de alta frecuencia en áreas residenciales, lo que puede hacer necesario implementar medidas de supresión de la interferencia.

6.3 Sistema mecánico

ADVERTENCIA



¡Riesgo de lesiones graves debido a partes móviles en el equipo!

- Antes de acoplar mecánicamente las máquinas rotativas, desconecte siempre la alimentación eléctrica.
- Instale siempre paneles de seguridad en las máquinas rotativas a fin de eliminar el riesgo de lesiones graves causadas por el contacto accidental con partes móviles. Para mayor seguridad, cuando no están instalados los paneles de seguridad, se bloquea de forma automática la puesta en funcionamiento de las máquinas rotativas de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.
- No toque los equipos hasta que todas las partes móviles se hayan detenido completamente.

ATENCIÓN

Siga siempre todas las instrucciones relativas al montaje e instalación de las máquinas rotativas para garantizar el correcto funcionamiento de estas máquinas.

7 Instalación y puesta en servicio de los equipos

7.1 Requisitos ambientales

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica están diseñados para instalarlos en áreas interiores y deben operarse en las siguientes condiciones ambientales a fin de garantizar la seguridad de los usuarios:

- Una altitud de hasta 2000 m (6560 pies).
- Una temperatura entre 5 °C y 40 °C (entre 41°F y 104°F).
- Una humedad relativa máxima del 80% para temperaturas de hasta 31 °C (88°F), disminuyendo linealmente hasta un 50% de humedad relativa a 40 °C (104°F).
- Fluctuaciones de la tensión de la red de alimentación que no excedan $\pm 10\%$ de la tensión nominal.
- Sobretensiones transitorias hasta niveles de sobretensión de categoría II.
- Sobretensión temporal en la red de alimentación: 2500 V.
- Un grado 2 de contaminación según IEC 60664-1.

El término Contaminación que se empleó anteriormente se refiere a toda adición de materia extraña, sólida, líquida o gaseosa (gases ionizados), que pueda producir una reducción de la rigidez dieléctrica o de la resistividad superficial.

Asegúrese de que el lugar en el que desea instalar el equipo cumple con los requisitos ambientales enunciados anteriormente y, a continuación, siga las instrucciones de las secciones siguientes a fin de instalar y utilizar el equipo de forma segura.

Antes de utilizar este equipo, los estudiantes deben tener conocimientos básicos en electricidad, y un profesor cualificado debe supervisar las sesiones de capacitación.

7.2 Requisitos de la alimentación

La [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#) tiene los requisitos siguientes:

- Corriente máxima: 3,0 A
- Tensión y frecuencia de la red de alimentación ca: 230/400 V - 50 Hz
- Instalación eléctrica: 3 fases, configuración estrella (wye), incluyendo conductores de neutro y tierra, con protección mediante un disyuntor de 20 A

La [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) tiene los requisitos siguientes:

- Corriente máxima: 0,3 A
- Tensión y frecuencia de la red de alimentación ca: 230 V - 50/60 Hz
- Instalación eléctrica: 1 fase, incluyendo conductores de línea, neutro y tierra, con protección mediante un disyuntor de 16 A

El **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** tiene los requisitos siguientes:

- Corriente máxima: 3 A
- Tensión y frecuencia de la red de alimentación ca: 230 V - 50/60 Hz
- Instalación eléctrica: 1 fase, incluyendo conductores de línea, neutro y tierra, con protección mediante un disyuntor de 16 A

7.3 Manipulación e instalación de los módulos

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica son módulos de formato A4 diseñados para funcionar en un puesto de trabajo A4. Las siguientes normas de seguridad suponen que los módulos están instalados en un entorno de este tipo.

7.3.1 Manipulación de los módulos

Antes de manipular un módulo de formato A4, asegúrese de lo siguiente:

- Usted sabe dónde instalar o mover el módulo.
- No hay ningún obstáculo en el camino. El piso no está lleno de baches, ni obstruido ni resbaladizo.
- Usted es lo suficientemente fuerte para levantar y transportar el módulo hasta la ubicación deseada. De ser necesario, evalúe con anticipación el peso del módulo.

Al transportar un módulo de formato A4, asegúrese de lo siguiente:

- Sujete bien en el módulo.
- Mantenga el módulo lo más cerca posible de la cintura, con los hombros rectos. Nunca sujete el módulo a la longitud del brazo o lejos del cuerpo.
- Muévase lentamente mientras mantiene el cuerpo y los pies en una posición estable.
- Al girar, hágalo con los pies, NO con la espalda.

Cuando un módulo pesa más de 15 kg, es necesario tomar ciertas precauciones.

Para los módulos que pesan más de 5 kg, existen restricciones de distancia que permiten una manipulación segura, como se muestra a continuación.

Al manipular módulos de entre 5 kg y 8 kg, debe respetarse una distancia horizontal máxima de 45 cm desde el cuerpo del usuario. Además, la altura debe estar entre 5 cm y 125 cm del piso.

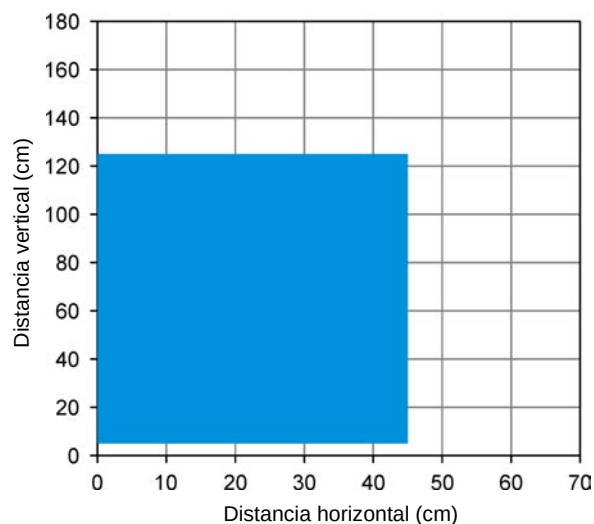


Figura 1. Restricciones de espacio para módulos de entre 5 kg y 8 kg.

Al manipular módulos de entre 8 kg y 10 kg, debe respetarse una distancia horizontal máxima de 35 cm desde el cuerpo del usuario. Además, la altura debe estar entre 5 cm y 125 cm del piso.

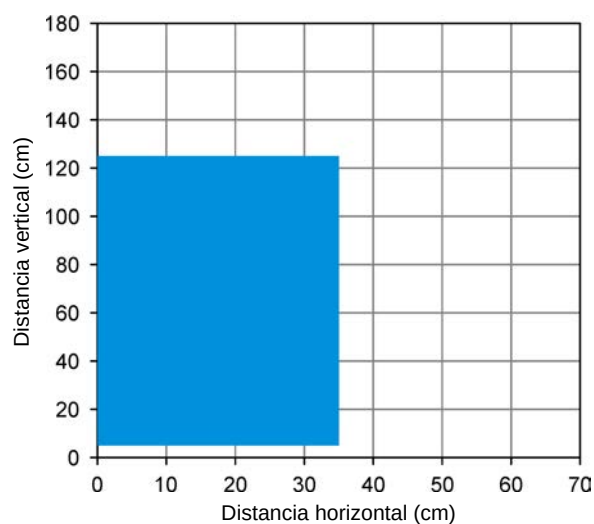


Figura 2. Restricciones de espacio para módulos de entre 8 kg y 10 kg.

Para un módulo de entre 10 kg y 12,5 kg, hay dos zonas de manipulación. En primer lugar, para una distancia horizontal de hasta 25 cm del cuerpo del usuario, la manipulación debe respetar una altura de entre 5 cm y 125 cm del suelo. Para una distancia horizontal entre 25 cm y 35 cm del cuerpo del usuario, la manipulación debe respetar una altura de entre 55 cm y 95 cm del suelo.

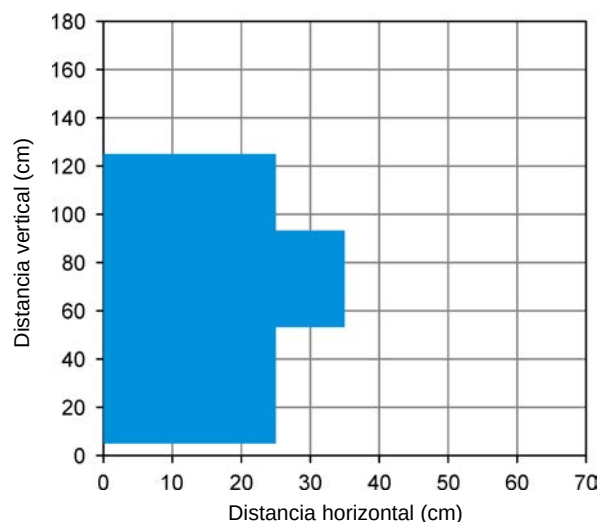


Figura 3. Restricciones de espacio para módulos de entre 10 kg y 12,5 kg.

Al manipular módulos de entre 12,5 kg y 15 kg, debe respetarse una distancia horizontal máxima de 25 cm desde el cuerpo del usuario. Además, la altura debe estar entre 30 cm y 125 cm del piso.

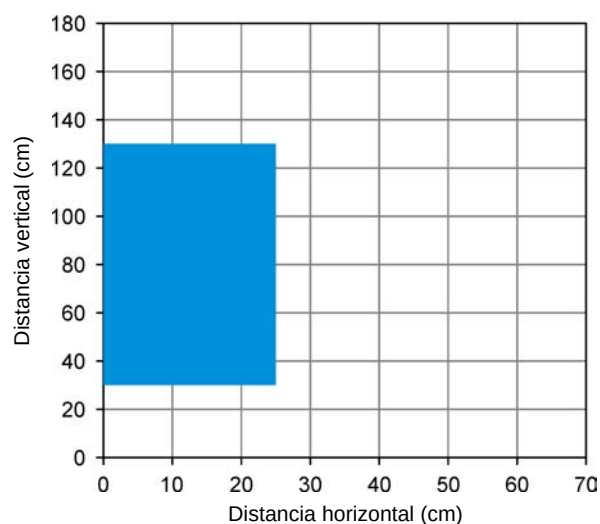


Figura 4. Restricciones de espacio para módulos de entre 12,4 kg y 14 kg.

Con cada módulo de 5 kg o más se incluye una bolsa con soportes para poder usar el módulo sobre una mesa. Si el puesto de trabajo no cumple con los requisitos anteriores, deben instalarse los soportes en el módulo a fin de que éste pueda mantenerse sobre una mesa.

7.3.2 Instalación de un módulo en un puesto de trabajo A4

Para instalar un módulo en un puesto de trabajo A4, primero coloque el módulo entre los carriles inferior y superior de una fila del puesto de trabajo. Luego, inserte el borde superior del módulo en el riel superior de la fila. Finalmente, inserte el borde inferior del módulo en el carril inferior para que el módulo quede alineado. Una vez instalado correctamente, el módulo puede deslizarse sobre los rieles.

Respete siempre las siguientes recomendaciones al instalar módulos en un puesto de trabajo A4.

- Si el puesto de trabajo A4 comprende más de una fila, los módulos que disipan calor deben instalarse en la fila superior. Los módulos que disipan calor se identifican mediante un símbolo de advertencia de superficie caliente estampado sobre la cara superior del módulo.
- El fabricante indica el límite máximo de carga para los rieles del puesto de trabajo A4. Antes de instalar los módulos, es importante consultar el manual del puesto de trabajo A4 para evitar sobrecargar los rieles.
- La manipulación de módulos de 5 kg o más requiere ciertas precauciones. Consulte la sección *Manipulación de los módulos*.

7.4 Conexión de los equipos a tomas ca

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica son módulos de formato A4 diseñados para funcionar en un puesto de trabajo A4. Cuando en un laboratorio hay instalados varios puestos de trabajo A4, utilice una toma ca diferente para alimentar cada puesto.

ATENCIÓN



Cuando por algún motivo se desconecta el conductor de tierra de una toma ca, el incumplimiento de los requisitos anteriores puede aumentar la severidad de las descargas eléctricas debidas a la corriente de fuga del equipo.

Además, la normativa de algunos países requiere que el equipo eléctrico en salas de laboratorio se conecte a tomas ca dotadas de protección contra sobreintensidad (fusibles o disyuntores) y de protección contra corriente residual (dispositivos de corriente residual de tipo A o tipo B). Antes de utilizar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, asegúrese de que las tomas ca de su laboratorio estén protegidas de acuerdo con la normativa local de su país.

Si las tomas ca de su laboratorio no tienen las características de protección requeridas por la normativa local, utilice una [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#) de Festo Didactic (o un aparato de seguridad equivalente) en cada puesto de trabajo del laboratorio. La [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#) tiene tomas ca monofásicas y trifásicas con protección contra sobreintensidad y protección de corriente residual de tipo B. También ofrece las siguientes características para mayor seguridad y comodidad: interruptor de encendido bloqueable, botón de parada de emergencia, liberación de subtenión, y tomas ca monofásicas conectadas a tierra y polarizadas.

Los equipos con alimentación trifásica, como la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#), se conectan a la [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#), como se muestra en la figura 5. Observe que hay 4 cables de conexión (o alternativamente 4 puentes) que dirigen la alimentación eléctrica desde la [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#) hacia la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#). Observe también que un quinto cable de conexión conecta el terminal de tierra de protección del lado izquierdo de la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#) a uno de los terminales de tierra de protección de la [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#).

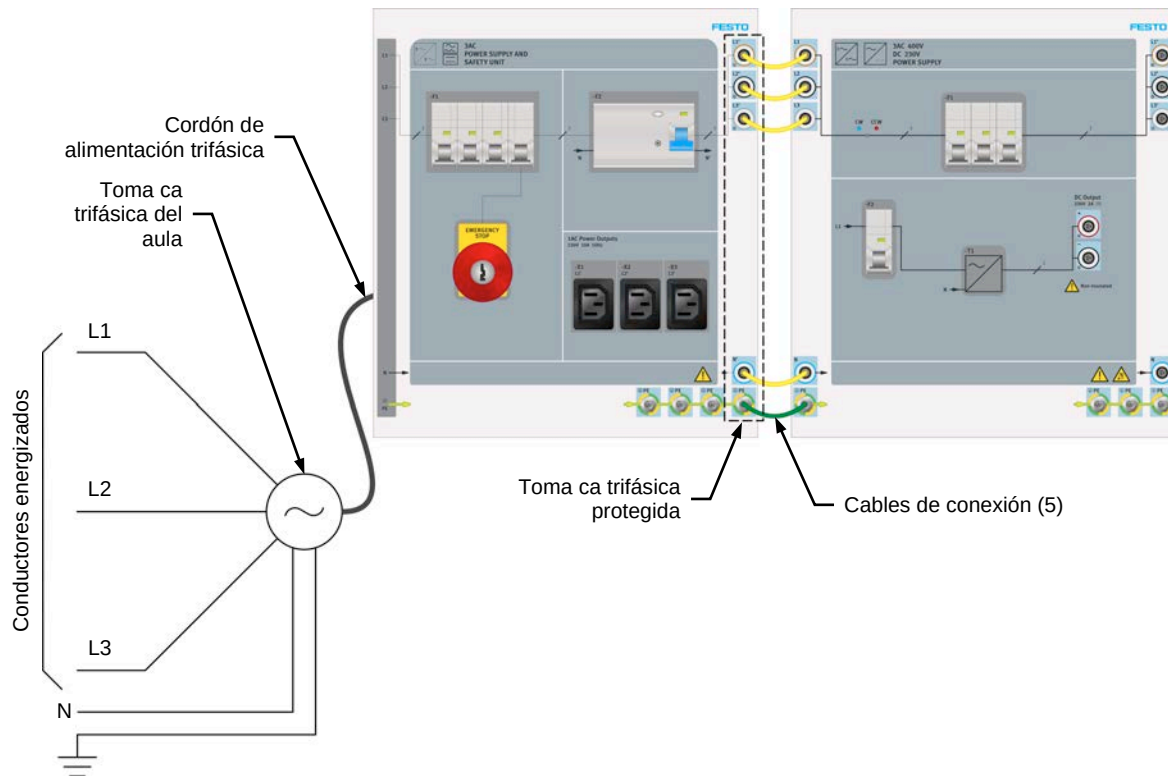


Figura 5. Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V conectada a una toma ca mediante la Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad que se emplea para proteger fuentes de alimentación trifásicas.

Los equipos de alimentación monofásica, tales como la Fuente de alimentación ca de 24 V o el Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, se conectan a la Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad por medio de un cordón de alimentación polarizado, de tres clavijas, como se observa en la figura 6. El uso de cordones de alimentación polarizados evita la inversión de los conductores de línea (energizado) y neutro al conectar equipos a las tomas ca. Observe, en la figura 6, que ninguno de los terminales de tierra de protección de la Fuente de alimentación ca de 24 V y del Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes se conecta a un terminal de tierra de protección de la Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad. La puesta a tierra de protección de estos módulos se realiza por medio de la tercera clavija del cordón de alimentación correspondiente.

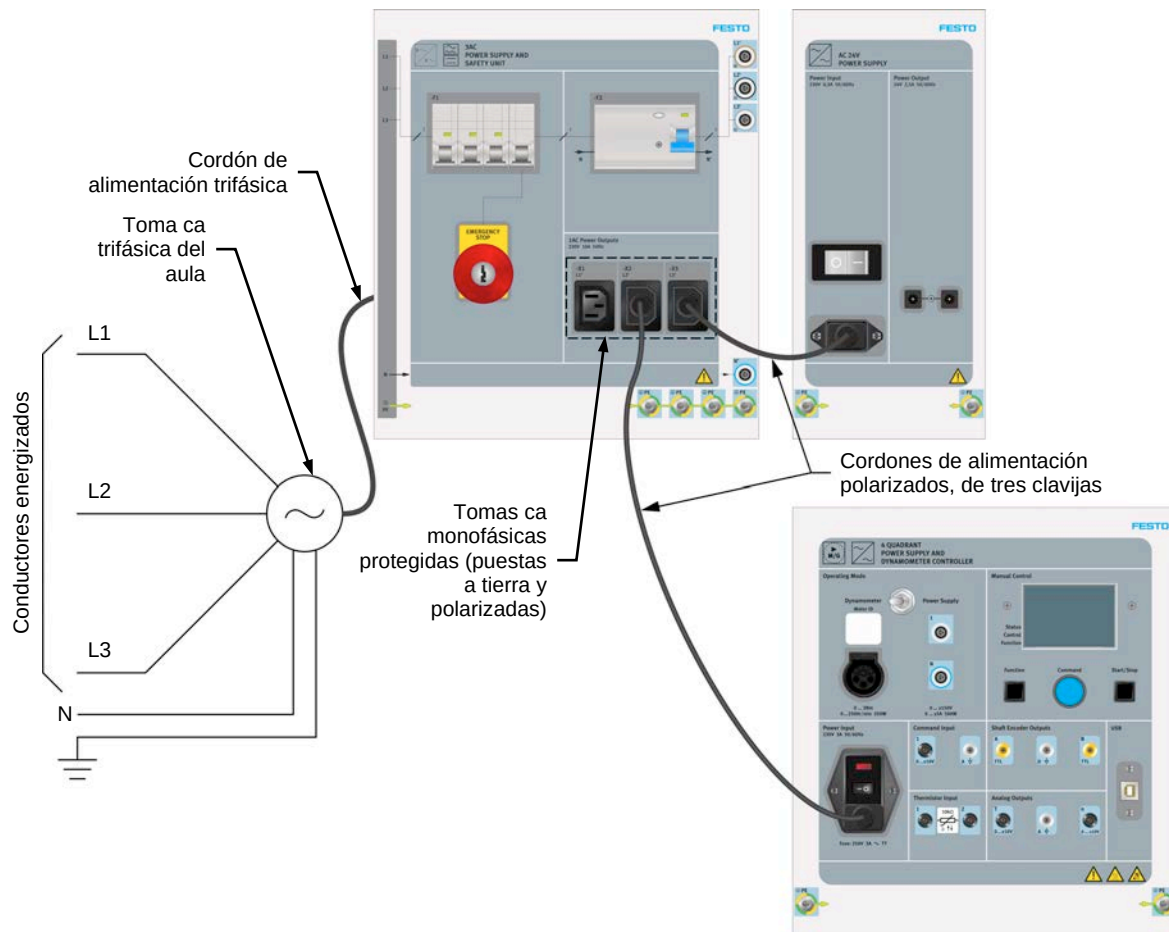


Figura 6. Fuente de alimentación ca de 24 V y Controlador de dinámometro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes conectados a tomas ca por medio de la Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad.

7.5 Verificación de la instalación eléctrica del aula de laboratorio

Antes de usar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, deben realizarse los siguientes procedimientos de verificación para asegurarse de que la instalación eléctrica en el aula de laboratorio esté debidamente cableada. Estos procedimientos de inspección son necesarios para asegurar que todos los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica que son fuentes de alimentación (por ejemplo, Fuente de alimentación ca de 24 V, Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V, Controlador de dinámometro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, etc.) funcionen de forma adecuada y suministren la alimentación apropiada a los equipos correspondientes.

ATENCIÓN

De no realizarse todos los procedimientos de verificación de esta sección pueden ocurrir daños en los equipos.

7.5.1 Verificación del cableado de las tomas ca en el aula de laboratorio

Tomas ca monofásicas

Realice el siguiente procedimiento en cada toma ca monofásica del laboratorio para asegurarse de que el cableado sea correcto. Este procedimiento aplica solo para las tomas ca puestas a tierra que estén protegidas correctamente. De ser necesario, consulte la sección 7.4 (*Conexión de los equipos a tomas ca*).

Este procedimiento no aplica para las tomas ca de la [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#) de Festo Didactic. Omita este procedimiento si usted utiliza una [Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad](#) en cada puesto de trabajo del laboratorio para alimentar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica que requieren alimentación monofásica.

1. Asegúrese de que el interruptor principal del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) esté en la posición *O* (apagado).

Conecte el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) a una toma ca puesta a tierra que esté protegida correctamente.

2. Encienda el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#). Si no aparece ningún mensaje de error en la pantalla LCD del módulo, la toma ca a la que éste se ha conectado está cableada correctamente. Vaya al último paso de este procedimiento.

En cambio, si en la pantalla del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) aparece un mensaje de error relativo a la [Alimentación](#), continúe con el siguiente paso del procedimiento, pues es posible que la toma ca no esté cableada correctamente.

3. Si usted ha empleado un cordón de alimentación polarizado para conectar el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) a la toma ca, vaya al paso 5 del procedimiento. En otro caso, continúe con el paso siguiente del procedimiento.
4. Si usted ha empleado un cordón de alimentación no polarizado para conectar el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) a la toma ca, apague la unidad, invierta la conexión del cordón de alimentación en la toma ca y vuelva a encender la unidad. Si no aparece ningún mensaje de error en la pantalla LCD del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#), la toma ca a la que éste se ha conectado está cableada correctamente. Vaya al último paso de este procedimiento. En otro caso, continúe con el paso siguiente del procedimiento.
5. No está cableada correctamente la toma ca a la que se ha conectado el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#). Esto se debe bien sea a la inversión de los conductores de línea y neutro o a la ausencia de una conexión a tierra.
6. Apague el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) y luego desconéctelo de la toma ca. Haga reparar la toma ca por personal cualificado autorizado, y repita luego todo este procedimiento antes de usar la toma ca con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.



ADVERTENCIA



Solamente el personal cualificado autorizado puede reparar una toma ca, pues ello supone un alto riesgo de descarga eléctrica.

7. Apague el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** y luego desconéctelo de la toma ca.

Tomas ca trifásicas

Realice el siguiente procedimiento en cada toma ca trifásica del laboratorio para asegurarse de que el cableado sea correcto. Para la ejecución de este procedimiento se requieren: una **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**, un módulo **Carga resistiva**, un amperímetro ca con rango de al menos 1 A y un voltímetro ca.

1. Asegúrese de que la instalación eléctrica de su laboratorio cumpla con los requisitos de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**. Estos requisitos se enuncian en la sección *Requisitos de la alimentación* de este manual.

ATENCIÓN

Preste especial atención a la configuración (estrella o delta) de su instalación eléctrica. La **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** está diseñada para conectarse a una instalación eléctrica de configuración en estrella (wye). Pueden ocurrir daños graves a los equipos si se conecta la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a una instalación eléctrica de configuración delta.

2. Asegúrese de que los disyuntores F1 y F2 de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** estén en la posición *O* (apagado).

Conecte la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a una toma ca mural debidamente protegida. De ser necesario, consulte la sección 7.4 (*Conexión de los equipos a tomas ca*).

Mientras realiza la conexiones, asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la toma ca. Si es necesaria la **Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad** (u otra unidad de seguridad equivalente), asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la unidad de seguridad.

3. Conecte el módulo **Carga resistiva** y el amperímetro ca entre los terminales L1' y N de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**.
4. En la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**, coloque el disyuntor F1 en la posición *I* (encendido) y compruebe que se iluminan los indicadores LED L1', L2' y L3'.

5. Ajuste la resistencia del módulo **Carga resistiva**, de modo tal que circule una corriente de 1 A entre los terminales L1' y N de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**.
6. Utilice el voltímetro ca para comprobar que la tensión entre los terminales L2' y N, y la tensión entre los terminales L3' y N, cumplen los requisitos establecidos en la sección *Requisitos de la alimentación* de este manual.

En caso de que ambas tensiones cumplan lo establecido en la sección *Requisitos de la alimentación* de este manual, vaya al último paso del procedimiento. En otro caso, continúe con el paso siguiente del procedimiento.

7. No está cableada correctamente la toma ca a la que se ha conectado la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**. Coloque el disyuntor F1 en la posición *O* (apagado) y desconecte la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** de la toma ca. Haga reparar la toma ca por personal cualificado autorizado, y repita luego todo este procedimiento antes de usar la toma ca con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.



Solamente el personal cualificado autorizado puede reparar una toma ca, pues ello supone un alto riesgo de descarga eléctrica.

8. En la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**, coloque el disyuntor F1 en la posición *O* (apagado).

Desconecte el módulo **Carga resistiva**, el amperímetro ca y el voltímetro ca de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**.

Desconecte la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** de la toma ca.

7.5.2 Verificación de la secuencia de fases en las tomas ca trifásicas del laboratorio

Realice el siguiente procedimiento en cada toma ca trifásica del laboratorio para asegurarse de que la secuencia de fases sea correcta. Para la ejecución de este procedimiento se requiere una **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**. Antes de realizar el procedimiento que sigue, se deben haber revisado las tomas ca trifásicas del laboratorio aplicando para ello el procedimiento 7.5.1.

1. Asegúrese de que la instalación eléctrica de su laboratorio cumpla con los requisitos de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**. Estos requisitos se enuncian en la sección *Requisitos de la alimentación* de este manual.



Preste especial atención a la configuración (estrella o delta) de su instalación eléctrica. La **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** está diseñada para conectarse a una instalación eléctrica de configuración en estrella (wye). Pueden ocurrir daños graves a los equipos si se conecta la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a una instalación eléctrica de configuración delta.

2. Asegúrese de que los disyuntores F1 y F2 de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** estén en la posición *O* (apagado).

Conecte la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a una toma ca mural debidamente protegida. De ser necesario, consulte la sección 7.4 (*Conexión de los equipos a tomas ca*).

Mientras realiza la conexiones, asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la toma ca. Si es necesaria la **Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad** (u otra unidad de seguridad equivalente), asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la unidad de seguridad.

3. Observe el indicador LED de secuencia de fases en el panel frontal de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**.

Si se ilumina en azul, es correcta la secuencia de fases de la toma ca. Vaya al último paso del procedimiento.

Si se ilumina en rojo, es incorrecta la secuencia de fases de la toma ca. Vaya al paso siguiente del procedimiento.

4. No está cableada correctamente la toma ca a la que se ha conectado la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** (secuencia de fases incorrecta). El problema puede resolverse invirtiendo las conexiones de cualesquiera dos de los tres conductores de línea que dirigen la alimentación hacia la toma.

Desconecte la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** de la toma ca. Haga reparar la toma ca por personal cualificado autorizado, y repita luego todo este procedimiento antes de usar la toma ca con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.



Solamente el personal cualificado autorizado puede reparar una toma ca, pues ello supone un alto riesgo de descarga eléctrica.

5. Desconecte la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** de la toma ca.

7.5.3 Verificación de la igualdad de la forma de conexión de las tomas ca trifásicas del laboratorio

Cuando en un laboratorio hay instalados varios puestos de trabajo, todas las tomas ca trifásicas del laboratorio deben estar cableadas de la misma forma. Realice el procedimiento siguiente para asegurarse de que todas las tomas ca trifásicas del laboratorio estén cableadas de la misma forma. Para la ejecución de este procedimiento se requieren dos módulos **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**, así como un voltímetro ca.

1. Asegúrese de que los disyuntores F1 y F2 de cada uno de los dos módulos **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** estén en la posición *O* (apagado).
2. Seleccione como referencia una de las tomas ca trifásicas del laboratorio. La toma ca trifásica seleccionada debe haberse verificado según los procedimientos 7.5.1 y 7.5.2.

En el resto de este procedimiento, la toma ca trifásica que se seleccione como referencia se denomina toma ca de referencia.

3. Conecte una **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a la toma ca de referencia. De ser necesario, consulte la sección 7.4 (*Conexión de los equipos a tomas ca*).

Mientras realiza la conexiones, asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la toma ca. Si es necesaria la **Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad** (u otra unidad de seguridad equivalente), asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la unidad de seguridad.

En el resto de este procedimiento, la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** se denomina fuente de alimentación de referencia.

4. Seleccione la toma ca trifásica que verificará. La toma ca trifásica seleccionada debe haberse verificado según los procedimientos 7.5.1 y 7.5.2.

En el resto de este procedimiento, la toma ca trifásica que se verificará se denomina segunda toma ca.

5. Conecte la segunda **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a la segunda toma ca. De ser necesario, consulte la sección 7.4 (*Conexión de los equipos a tomas ca*).

Mientras realiza la conexiones, asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la toma ca. Si es necesaria la **Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad** (u otra unidad de seguridad equivalente), asegúrese absolutamente de conectar los terminales L1, L2, L3, N y PE (puesta a tierra de protección) de la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** a los terminales correspondientes de la unidad de seguridad.

En el resto de este procedimiento, la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** que está conectada a la segunda toma ca se denomina segunda fuente de alimentación.

6. En la fuente de alimentación de referencia, coloque el disyuntor F1 en la posición *I* (encendido). Deben encenderse los indicadores LED L1', L2' y L3'. Además, el indicador LED de secuencia de fases debe iluminarse en azul.

En la segunda fuente de alimentación, coloque el disyuntor F1 en la posición / (encendido). Deben encenderse los indicadores LED L1', L2' y L3'. Además, el indicador LED de secuencia de fases debe iluminarse en azul.

- Utilice el voltímetro ca para medir la tensión entre el terminal L1' de la fuente de alimentación de referencia y el terminal L1' de la segunda fuente de alimentación. En la figura 7 se muestra la conexión del voltímetro ca. En caso de que la tensión medida no sea igual a prácticamente 0 V, vaya al paso 10 del procedimiento. En otro caso, continúe con el paso siguiente del procedimiento.

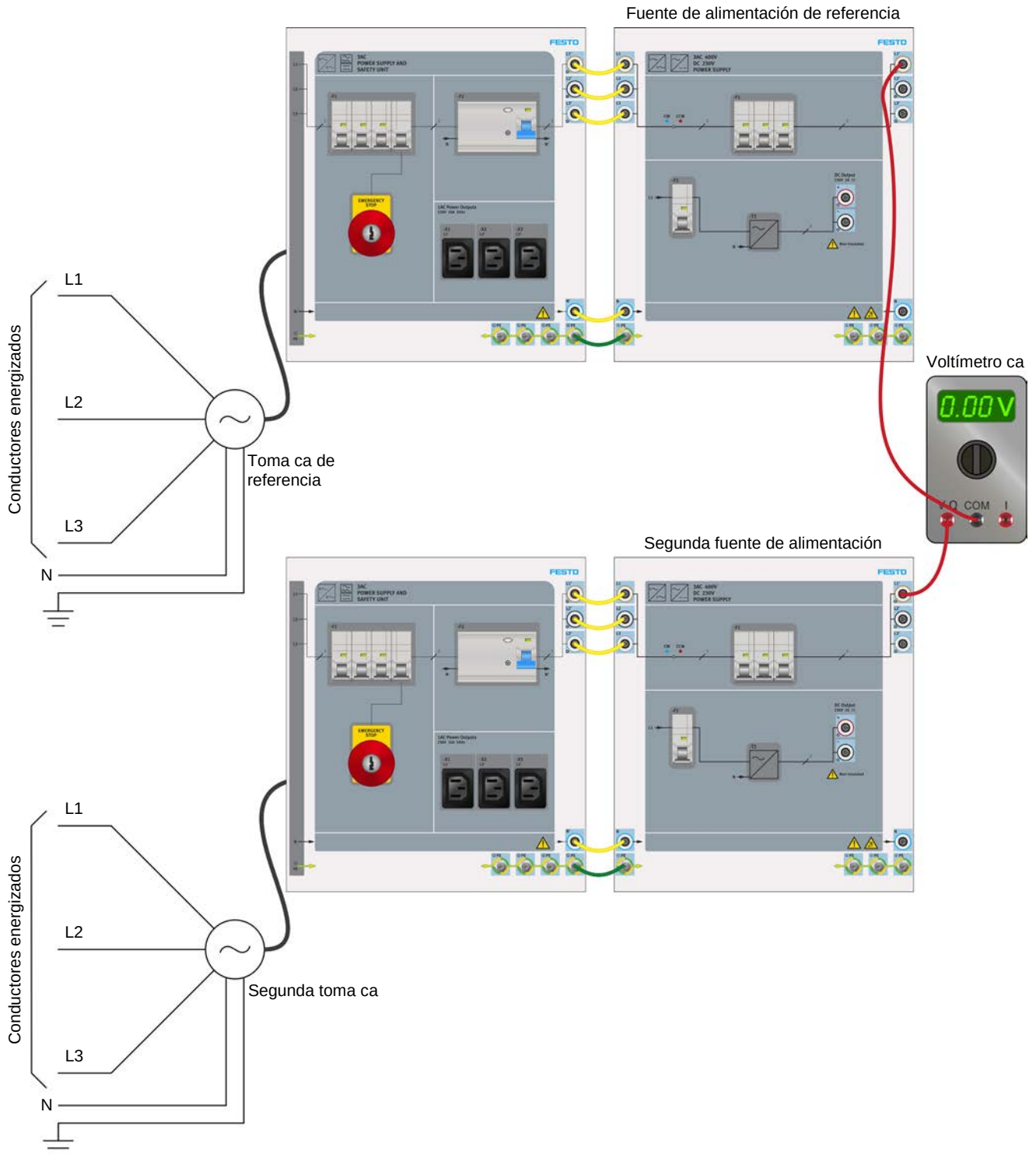


Figura 7. Montaje empleado para verificar que todas las tomas ca trifásicas de un laboratorio estén cableadas de la misma forma.

8. Utilice el voltímetro ca para medir la tensión entre el terminal L2' de la fuente de alimentación de referencia y el terminal L2' de la segunda fuente de alimentación. En caso de que la tensión medida no sea igual a prácticamente 0 V, vaya al paso 10 del procedimiento. En otro caso, continúe con el paso siguiente del procedimiento.
9. Utilice el voltímetro ca para medir la tensión entre el terminal L3' de la fuente de alimentación de referencia y el terminal L3' de la segunda fuente de alimentación. En caso de que la tensión medida no sea igual a prácticamente 0 V, vaya al paso 10 del procedimiento. En otro caso, continúe con el paso 11 del procedimiento.
10. La segunda toma ca no está cableada de la misma forma que la toma ca de referencia.

Desconecte los dos módulos **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V** de las tomas ca de referencia y segunda. Haga reparar la segunda toma ca por personal cualificado autorizado, y repita luego todo este procedimiento antes de usar la segunda toma ca con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.



Solamente el personal cualificado autorizado puede reparar una toma ca, pues ello supone un alto riesgo de descarga eléctrica.

11. La segunda toma ca está cableada de la misma forma que la toma ca de referencia.

Coloque el disyuntor F1 de la segunda fuente de alimentación en la posición **0** (apagado). Desconecte la segunda fuente de alimentación de la segunda toma ca.

Repita los pasos 4 a 11 del procedimiento para verificar cada una de las otras tomas ca trifásicas del laboratorio.

7.6 Instrucciones de puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica se logra a través de los módulos que son fuentes de alimentación, tales como la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**, la **Fuente de alimentación ca de 24 V**, el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** y la **Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad**. Cada uno de estos módulos de alimentación cuenta con dos o más terminales de puesta a tierra de protección (PE). Estos terminales PE se mantienen a potencial de tierra cuando el módulo de fuente de alimentación se conecta a una toma ca como se describe en la sección 7.4 (*Conexión de los equipos a tomas ca*).

Todos los módulos de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica también cuentan con dos terminales PE. Los terminales PE en los módulos didácticos deben interconectarse por medio de los cables de puesta a tierra de protección que se suministran con el equipo, a fin de formar cadenas de módulos. Se permiten cadenas de hasta 20 módulos didácticos conectados en serie.



Si utiliza cables de puesta a tierra de protección distintos de los que se suministran con el equipo, éstos deben tener una sección transversal de al menos 1,5 mm², de conformidad con EN60204 1.

La forma en que deben interconectarse los terminales PE de los módulos de alimentación y los módulos didácticos, a fin de lograr una efectiva puesta a tierra de protección, depende del número de módulos de alimentación utilizados en el montaje de equipos. Cuando se utiliza un solo módulo de alimentación, las cadenas de módulos didácticos deben conectarse a los terminales PE disponibles en el módulo de alimentación como se muestra en la figura 8.

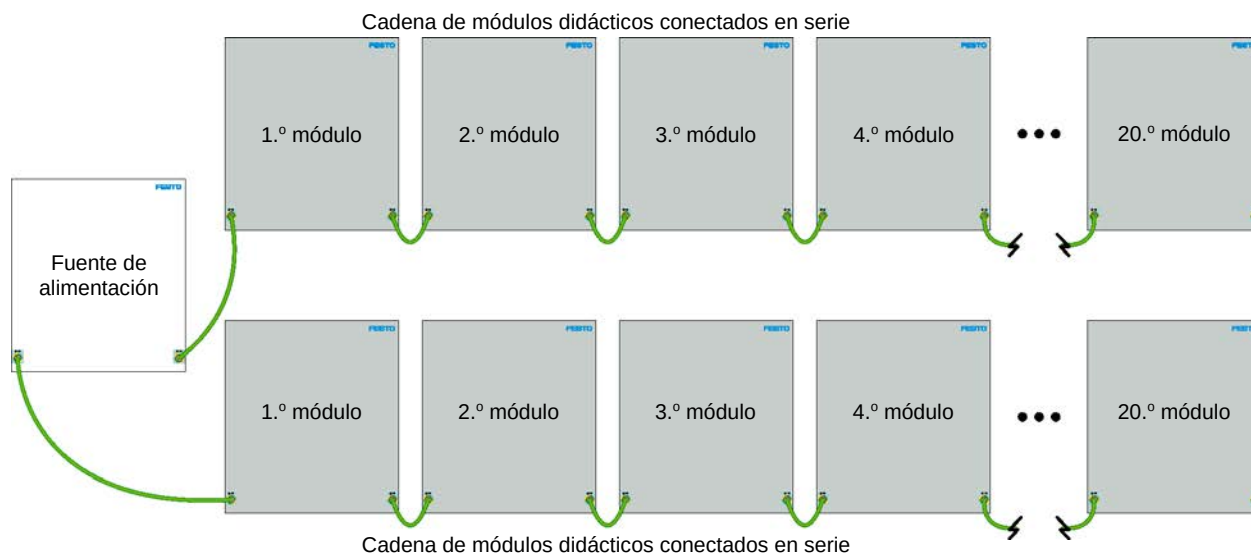


Figura 8. Puesta a tierra de protección de los módulos didácticos en un montaje de equipos que contiene un solo módulo de alimentación.

Cuando se utilizan dos módulos de alimentación, uno de los terminales PE del primer módulo de alimentación debe conectarse a uno de los terminales PE del segundo módulo. A continuación, las cadenas de módulos didácticos deben conectarse a los terminales PE que estén aún libres en los módulos de alimentación, como se muestra en la figura 9.

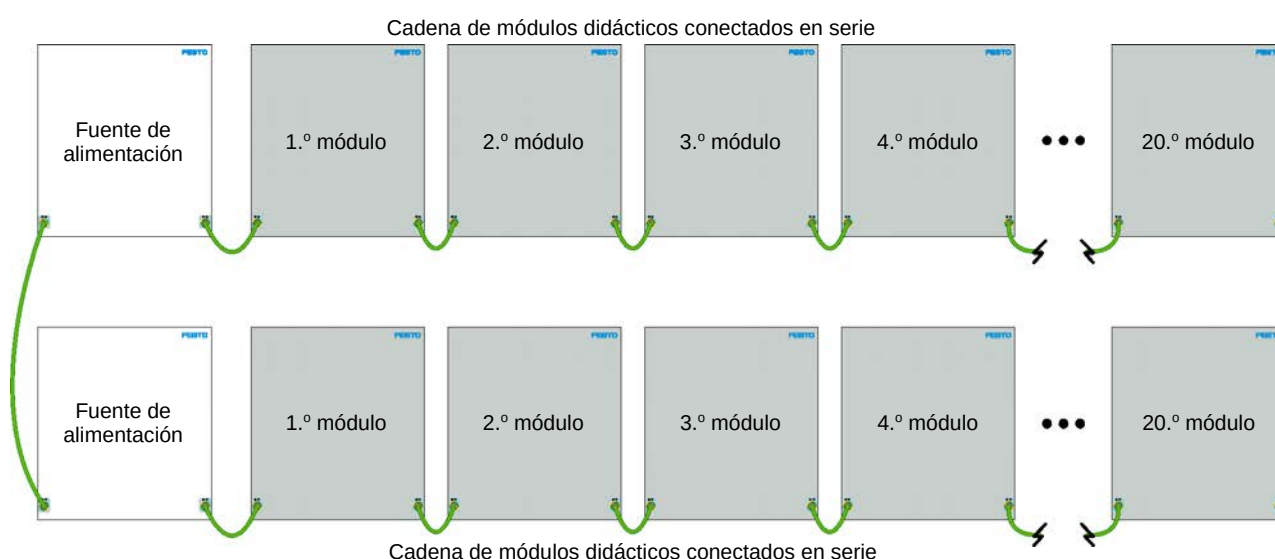


Figura 9. Puesta a tierra de protección de los módulos didácticos en un montaje de equipos que contiene dos módulos de alimentación.

Cuando se utilizan tres módulos de alimentación, uno de los terminales PE del primer módulo de alimentación debe conectarse a uno de los terminales PE del segundo módulo. A continuación, un segundo terminal PE del segundo módulo de alimentación debe conectarse a uno de los terminales PE de la tercera fuente de alimentación. Finalmente, las cadenas de módulos didácticos deben conectarse a los terminales PE que estén aún disponibles en los módulos de alimentación, como se muestra en la figura 10.

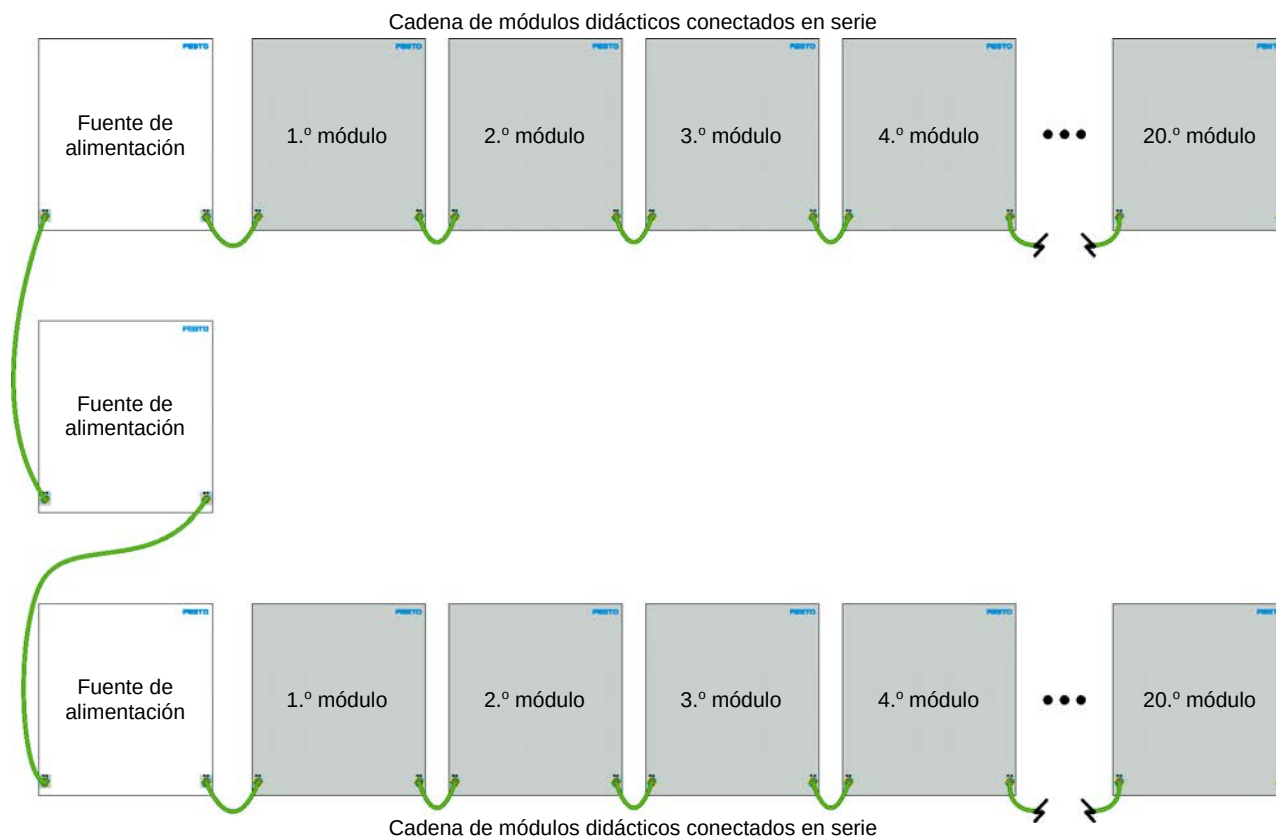


Figura 10. Puesta a tierra de protección de los módulos didácticos en un montaje de equipos que contiene tres módulos de alimentación.

7.7 Inicio rápido

Esta sección brinda un procedimiento de inicio rápido para instalar y energizar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica al comienzo de un ejercicio o sesión de laboratorio. Esta sección también proporciona un procedimiento general para apagar, desconectar y retirar el equipo al finalizar un ejercicio o sesión de laboratorio.

ATENCIÓN

Es obligatorio realizar los procedimientos de comprobación de la sección *Verificación de la instalación eléctrica del aula de laboratorio* a fin de garantizar que todos los módulos de alimentación energicen los equipos de forma adecuada. De no hacerlo, pueden ocasionarse daños al equipo.

7.7.1 Instalación y encendido del equipo

1. Antes de comenzar a utilizar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, asegúrese de haber leído y comprendido las directivas de la sección *Precauciones de seguridad* de este manual.

2. Instale todos los módulos necesarios para su ejercicio de laboratorio en el puesto de trabajo. De ser necesario, consulte la sección *Manipulación e instalación de los módulos*.
3. Realice las conexiones necesarias para la puesta a tierra de protección del equipo de acuerdo con las directivas de la sección *Instrucciones de puesta a tierra de protección*.
4. Asegúrese de que estén apagados todos los módulos de alimentación, tales como la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) y la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

Conecte cada módulo de fuente de alimentación a una toma ca debidamente protegida. De ser necesario, consulte la sección *Conexión de los equipos a tomas ca*.

5. Conecte el equipo según sea necesario para su ejercicio de laboratorio. Para ello, utilice los cables de conexión con enchufes de seguridad en los extremos que se han suministrado con el equipo.

 ADVERTENCIA



No utilice cables de conexión de otros fabricantes. Utilice siempre los cables de conexión suministrados con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica para hacer la interconexión de equipos. Las partes activas de estos cables tienen sus tapones ocultos y aislados de tal manera que no se les pueda tocar accidentalmente, permitiendo así la conexión segura del equipo sin peligro de descarga eléctrica.

6. Verifique sus conexiones de los equipos.
7. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su Puesto de trabajo.

De ser necesario, solicite la ayuda de su profesor.

8. Encienda todos los módulos de alimentación. Los módulos de alimentación deben encenderse en el orden siguiente: 1) [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), 2) [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#), 3) [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

 ADVERTENCIA



Cuando los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica estén encendidos, tenga en cuenta las siguientes directivas para evitar el riesgo de lesiones causadas por descargas eléctricas:

- Nunca deje funcionar los equipos sin supervisión.
- Nunca modifique las conexiones del equipo mientras la alimentación esté activa, a menos que se indique específicamente lo contrario.
- Nunca mueva un módulo cuando la alimentación esté activa.

7.7.2 Apagado, desconexión y remoción del equipo

1. Apague todos los módulos de alimentación en el orden siguiente: 1) Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V, 2) Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, 3) Fuente de alimentación ca de 24 V.
2. Desactive la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.
3. Retire todas las conexiones del equipo, terminando con las conexiones de tierra de protección. Devuelva todos los cables de conexión a su sitio de almacenamiento.

8 Precauciones de seguridad

8.1 Advertencia preliminar

Si bien los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica se han diseñado cuidadosamente para garantizar la seguridad de los estudiantes, existen riesgos residuales que no se pueden reducir mediante soluciones técnicas sin perturbar el proceso de aprendizaje. La primera y más importante medida de seguridad que se debe aplicar en todo momento es la supervisión adecuada de los estudiantes.

La supervisión y la orientación de un profesor calificado son irremplazables. Los estudiantes no dominan por completo el tema. Es posible que cometan errores y de hecho los cometerán. Esto forma parte esencial del proceso de aprendizaje.

Por lo tanto, la función del profesor es permitir que los estudiantes cometan errores que no tengan consecuencias sobre su seguridad, al tiempo que los protege de errores cuyas consecuencias pueden ser graves.



La supervisión y orientación de un profesor calificado son irremplazables.

8.2 Advertencias generales

ADVERTENCIA



- Antes de operar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, asegúrese de que los cables que se usan para interconectar los terminales de tierra de protección de los módulos formen un conductor de tierra de protección ininterrumpido. Además, asegúrese de que el aislamiento de estos cables no esté dañado ni haya sido retirado.
- Antes de realizar o modificar cualquier conexión en los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, asegúrese siempre de que la fuente de alimentación esté apagada.
- Antes de conectar los módulos de alimentación, asegúrese de establecer una conexión de puesta a tierra de protección. La conexión de puesta a tierra de protección debe tener una sección transversal de al menos 1,5 mm², de conformidad con EN60204-1. Consulte la sección *Instrucciones de puesta a tierra de protección*.
- No utilice cables de conexión de otros fabricantes. Utilice siempre los cables de conexión suministrados con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica para hacer la interconexión de equipos. Las partes activas de estos cables tienen sus tapones ocultos y aislados de tal manera que no se les pueda tocar accidentalmente, permitiendo así la conexión segura del equipo sin peligro de descarga eléctrica.

ATENCIÓN



- Instale los módulos de modo que no se dificulte la activación de interruptores y seccionadores.
- Use equipos de protección personal al trabajar con circuitos eléctricos. Consulte la sección *Equipos de protección personal (EPP)*.

ATENCIÓN



Algunos módulos pueden calentarse intensamente cuando se les utiliza durante largo tiempo. Para evitar quemaduras, permita que se enfríen antes de manipularlos.

ATENCIÓN



Transportar o instalar módulos de más de 15 kg supone riesgos de daños corporales, tales como lesiones de los discos intervertebrales. Solicite ayuda o coloque los módulos sobre la superficie de la mesa.

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica cumplen con la norma EN 61326-1:2013-01 - Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 1: Requisitos generales.

ATENCIÓN

- Instale siempre en la fila superior del puesto de trabajo los módulos que disipan calor a fin de optimizar la disipación de calor. Esto evita el calentamiento de los equipos que no están diseñados para resistir calor.
- Compruebe siempre el peso máximo que puede soportar el puesto de trabajo A4 y asegúrese de no excederlo.
- Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica forman parte de los productos de Clase A de EMC (CISPR 11:2009). En un entorno doméstico, estos productos pueden causar interferencias de radio, en cuyo caso es posible que el usuario deba adoptar las medidas adecuadas. Use los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica únicamente con los módulos de fuente de alimentación de Festo Didactic siguientes: [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#) y [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#). Estos módulos de fuente de alimentación cuentan con filtración de EMC que reduce las interferencias a un nivel aceptable.

8.3 Indicación de conformidad

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica son conformes con las directivas y normas siguientes:

- Directiva de baja tensión (LVD) 2014/35/UE
 - EN 61010-1:2010 - Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio - Parte 1: Requisitos generales.
- Directiva 2014/30/CE de Compatibilidad electromagnética (CEM)
 - IEC 61326-1:2012 - Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 1: Requisitos generales.
- Directiva (RoHS) 2012/19/UE - Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
 - EN 50581:2012-09 - Documentación técnica para la evaluación de productos eléctricos y electrónicos con respecto a la restricción de sustancias peligrosas.

8.4 Grados de protección (IP)

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica son de clasificación IP20.

ATENCIÓN

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica no están protegidos contra la infiltración de líquidos o la inmersión en éstos. Manténgalos lejos de todo tipo de líquidos. De no hacerlo, pueden ocasionarse daños a los equipos.

8.5 Equipos de protección personal (EPP)

Aun con todas las funciones de seguridad que se han incluido en los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, persisten algunos riesgos residuales debido al uso incorrecto o a piezas defectuosas. Al usar los equipos, respete siempre las reglas que se dan a continuación a fin de reducir aún más los riesgos de lesiones:

- Use zapatos de seguridad en caso de que sea necesario mover frecuentemente los módulos desde el sitio de almacenamiento hacia el puesto de trabajo, o de un puesto de trabajo a otro.
- No use prendas que puedan quedar atrapadas, como corbatas, bisutería o vestimenta holgada.
- Sujétese el cabello largo.
- Limpie el área de trabajo; no debe haber aceite ni agua.

8.6 Modificación del equipo

No modifique los equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica sin autorización previa, por escrito, de Festo Didactic. En estos equipos se emplean componentes industriales complejos, por lo que las modificaciones pueden tener consecuencias no deseadas en la integridad y la seguridad.

9 Conectores, control y pantalla de los equipos

En esta sección se identifican los conectores, el control y la pantalla de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

9.1 Carga resistiva

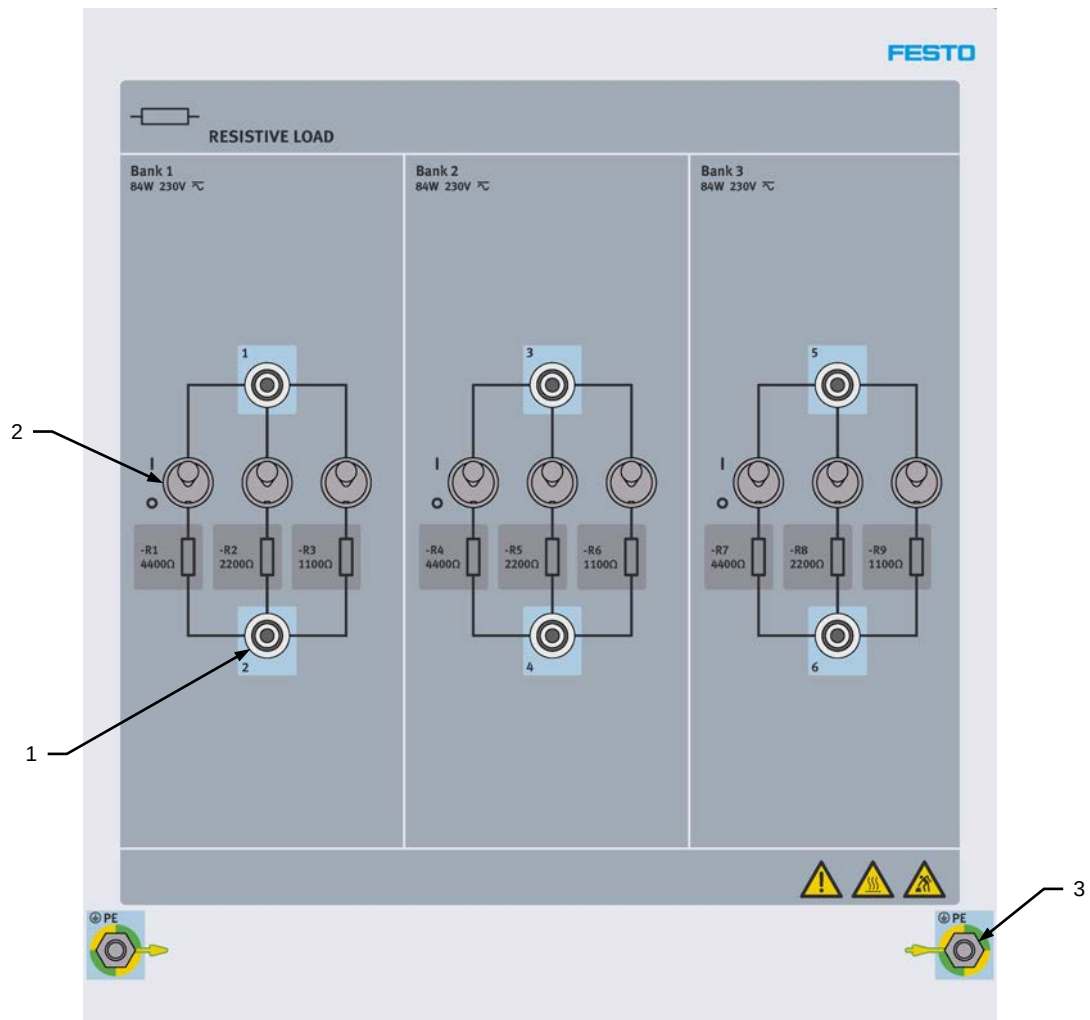


Figura 11. Panel frontal del módulo [Carga resistiva](#).

Número	Nombre de los componentes
1	Terminales de las cargas resistivas
2	Interruptores de palanca
3	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 1. Descripción del módulo [Carga resistiva](#).

9.2 Resistores de carga del aerogenerador

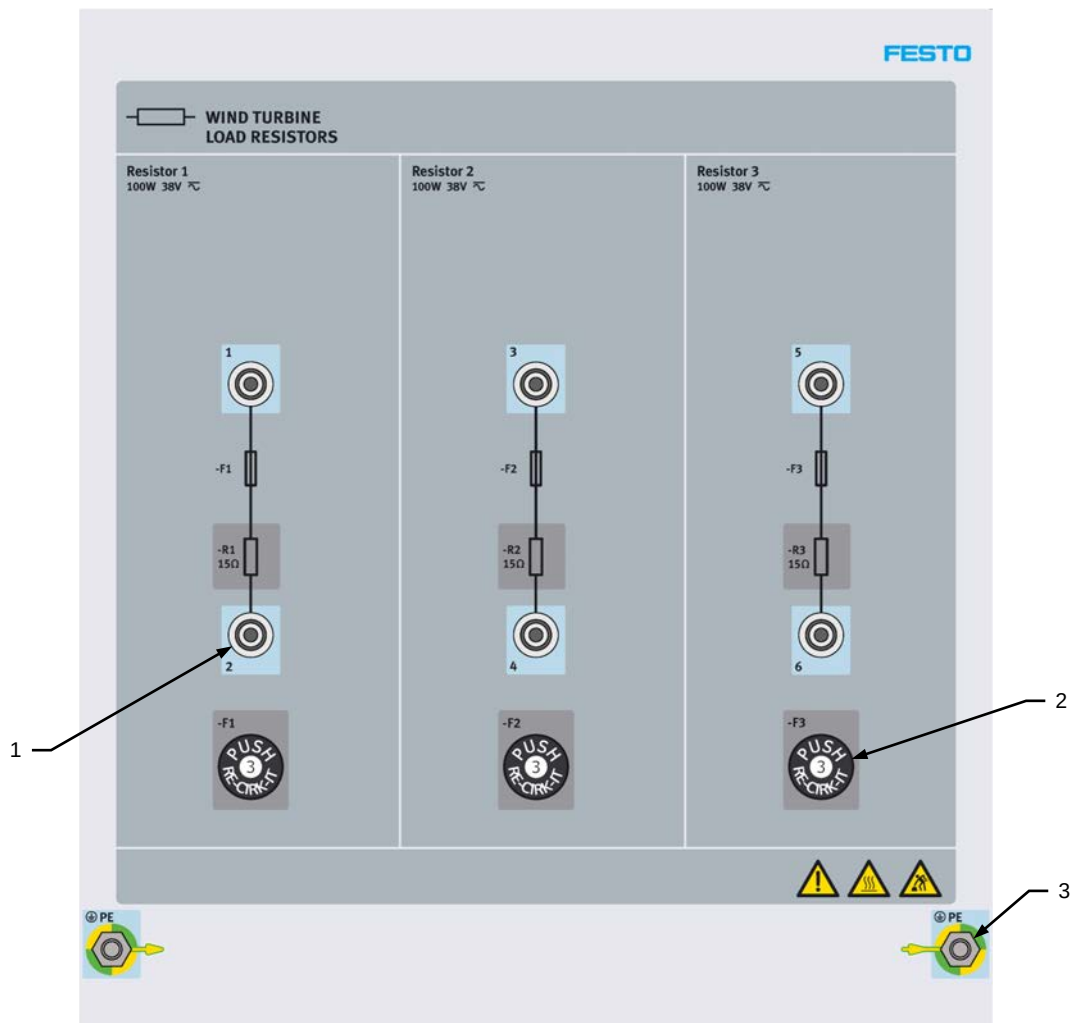


Figura 12. Panel frontal del módulo Resistores de carga del aerogenerador.

Número	Nombre de los componentes
1	Terminales de los resistores de carga (protección mediante fusible)
2	Disyuntores
3	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 2. Descripción del módulo Resistores de carga del aerogenerador.

9.3 Carga inductiva

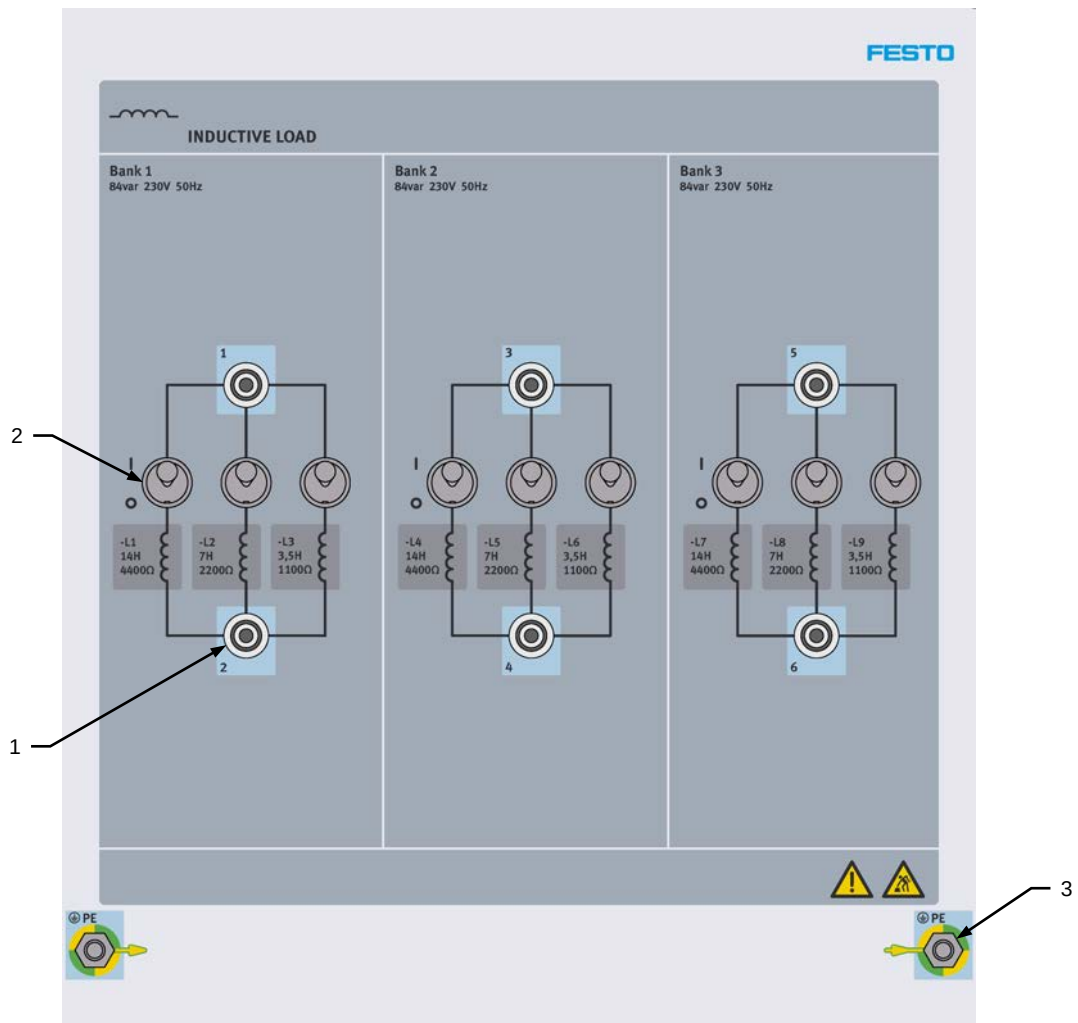


Figura 13. Panel frontal del módulo Carga Inductiva.

Número	Nombre de los componentes
1	Terminales de las cargas inductivas
2	Interruptores de palanca
3	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 3. Descripción del módulo Carga Inductiva.

9.4 Carga capacitiva

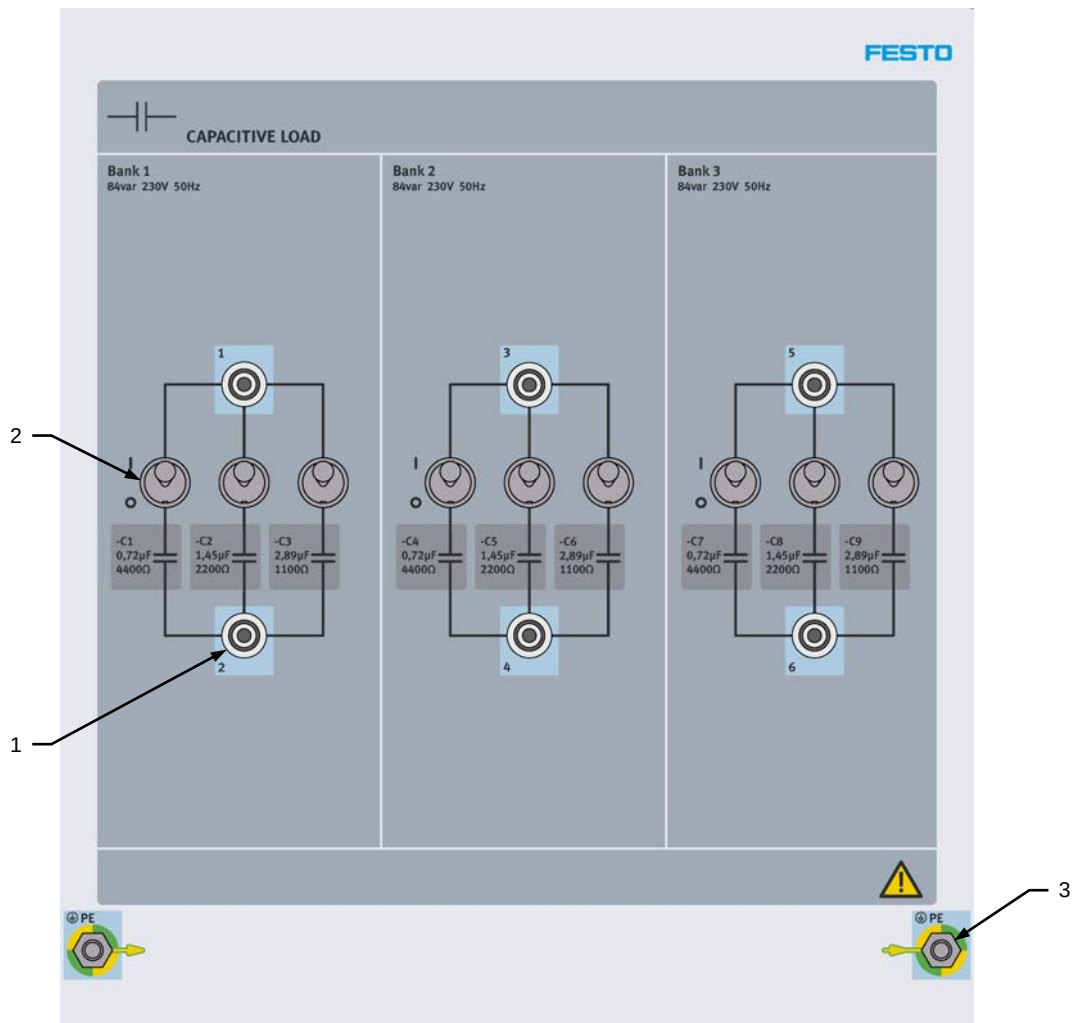


Figura 14. Panel frontal del módulo **Carga capacitiva**.

Número	Nombre de los componentes
1	Terminales de las cargas capacitivas
2	Interruptores de palanca
3	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 4. Descripción del módulo **Carga capacitiva**.

9.5 Banco trifásico de transformadores

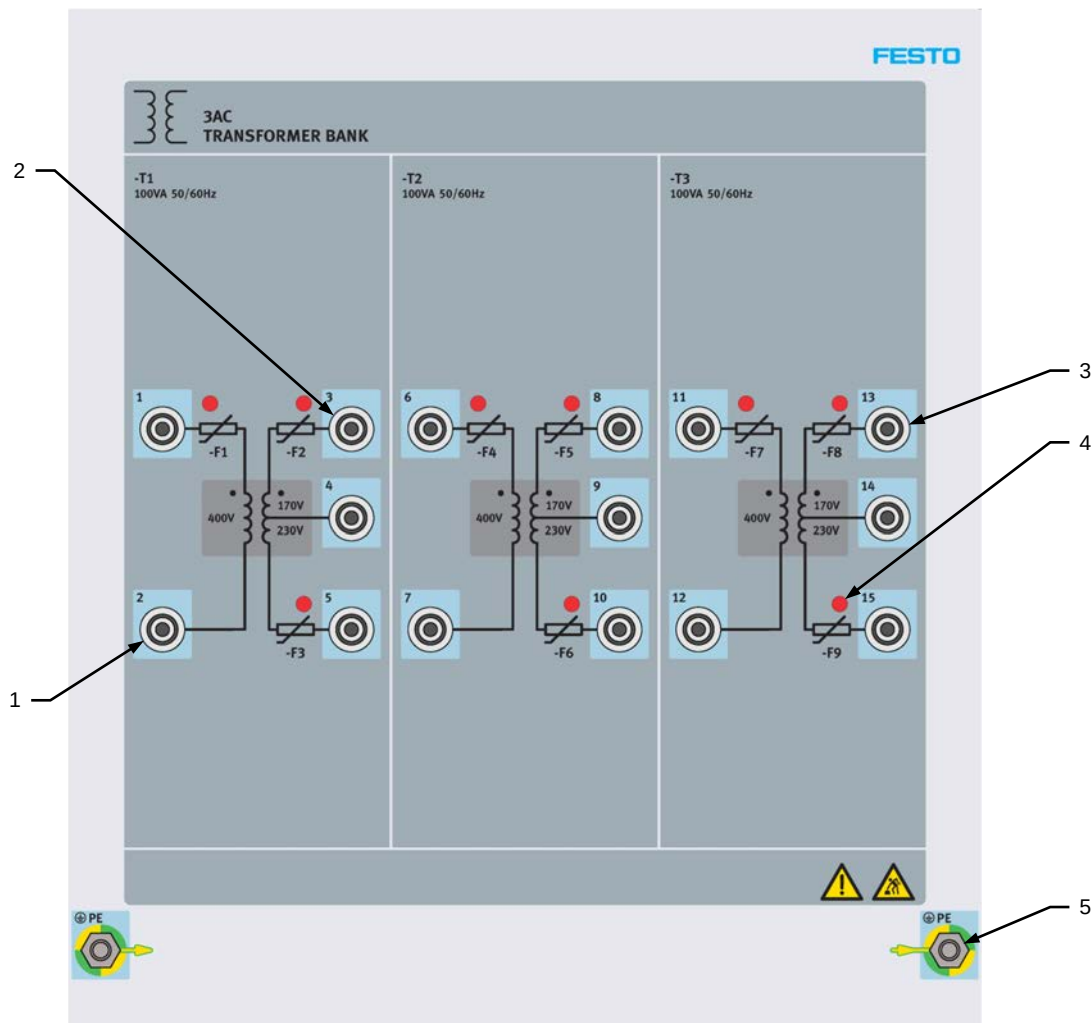


Figura 15. Panel frontal del Banco trifásico de transformadores.

Número	Nombre de los componentes
1	Terminales del transformador de potencia T1 (terminales 1, 2, 3, 4 y 5)
2	Terminales del transformador de potencia T2 (terminales 6, 7, 8, 9 y 10)
3	Terminales del transformador de potencia T3 (terminales 11, 12, 13, 14 y 15)
4	Indicadores LED del estado de los fusibles
5	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 5. Descripción del Banco trifásico de transformadores.

9.6 Transformador monofásico

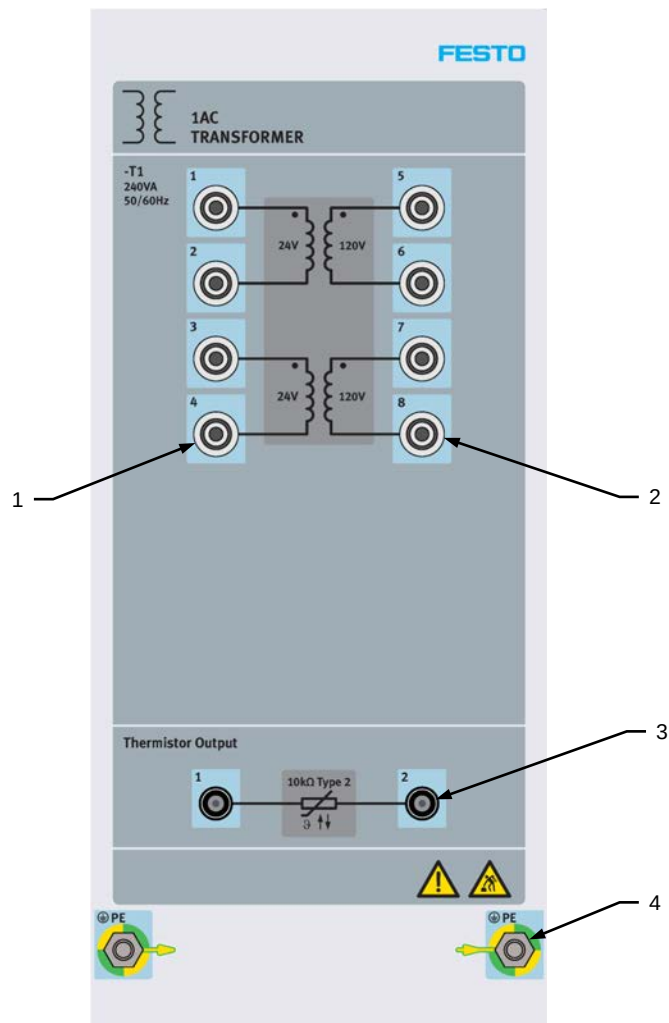


Figura 16. Panel frontal del Transformador monofásico.

Número	Nombre de los componentes
1	Terminales del arrollamiento primario (terminales 1, 2, 3, 4)
2	Terminales del arrollamiento secundario (terminales 5, 6, 7, 8)
3	Salida de termistor
4	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 6. Descripción del Transformador monofásico.

9.7 Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad

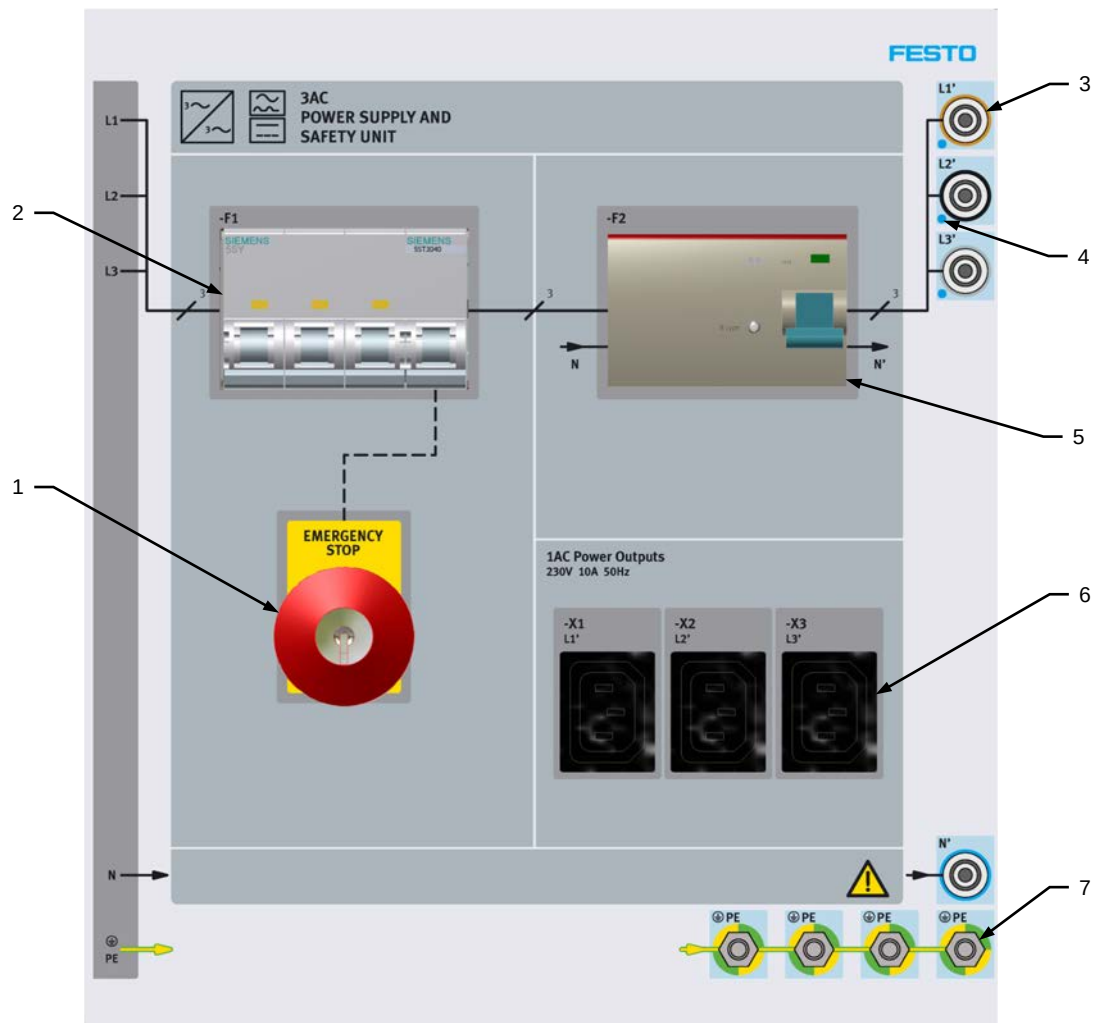


Figura 17. Panel frontal de la Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad.

Número	Nombre de los componentes
1	Interruptor de encendido bloqueable y botón de parada de emergencia
2	Disyuntor de tres polos con liberación de subtensión, clase B, 10 A
3	Salida ca trifásica (terminales L1', L2', L3' y N')
4	Indicadores LED de encendido (L1', L2' y L3')
5	Disyuntor RCD, tipo B
6	Tomas ca monofásicas (X1, X2, X3)
7	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 7. Descripción de la Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad.

9.8 Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V

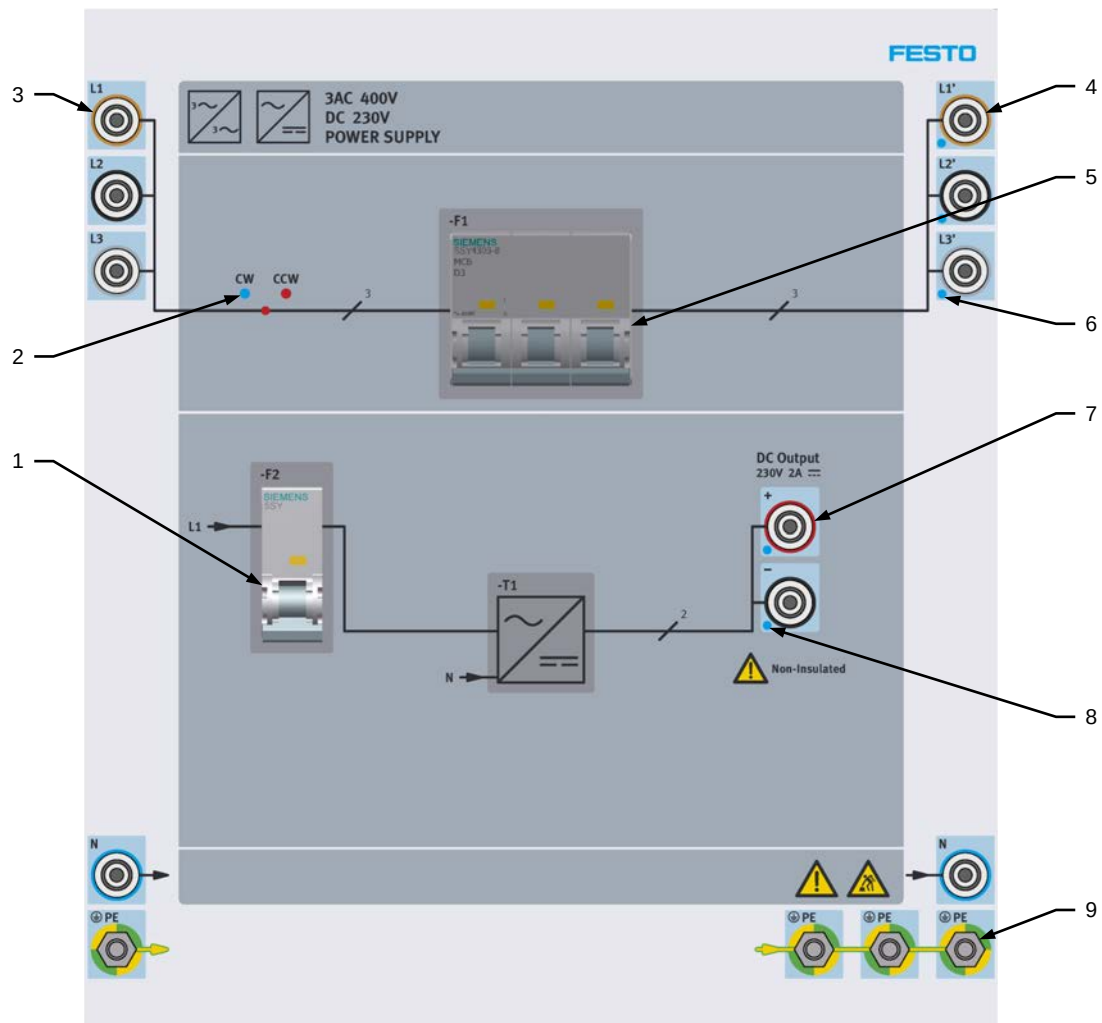


Figura 18. Panel frontal de la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.

Número	Nombre de los componentes
1	Disyuntor de un polo, clase C, 3 A
2	Indicador LED de secuencia de fases
3	Alimentación ca trifásica (terminales L1, L2, L3 y N)
4	Salida ca trifásica (terminales L1', L2', L3' y N')
5	Disyuntor de tres polos, clase C, 3 A
6	Indicadores LED de activación de la salida ca (L1', L2' y L3')
7	Salida cc (terminales + y -)
8	Indicadores LED de activación de la salida cc
9	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 8. Descripción de la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.

9.9 Fuente de alimentación ca de 24 V

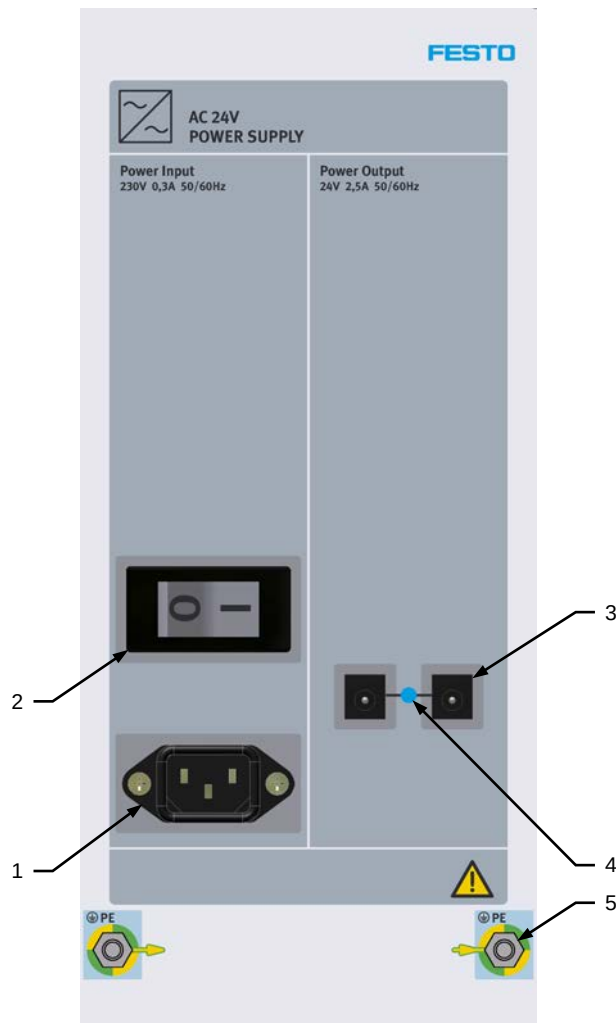


Figura 19. Panel frontal de la Fuente de alimentación ca de 24 V.

Número	Nombre de los componentes
1	Alimentación
2	Interruptor principal de alimentación
3	Conectores de salida de energía
4	Indicador LED de encendido
5	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 9. Descripción de la Fuente de alimentación ca de 24 V.

9.10 Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes

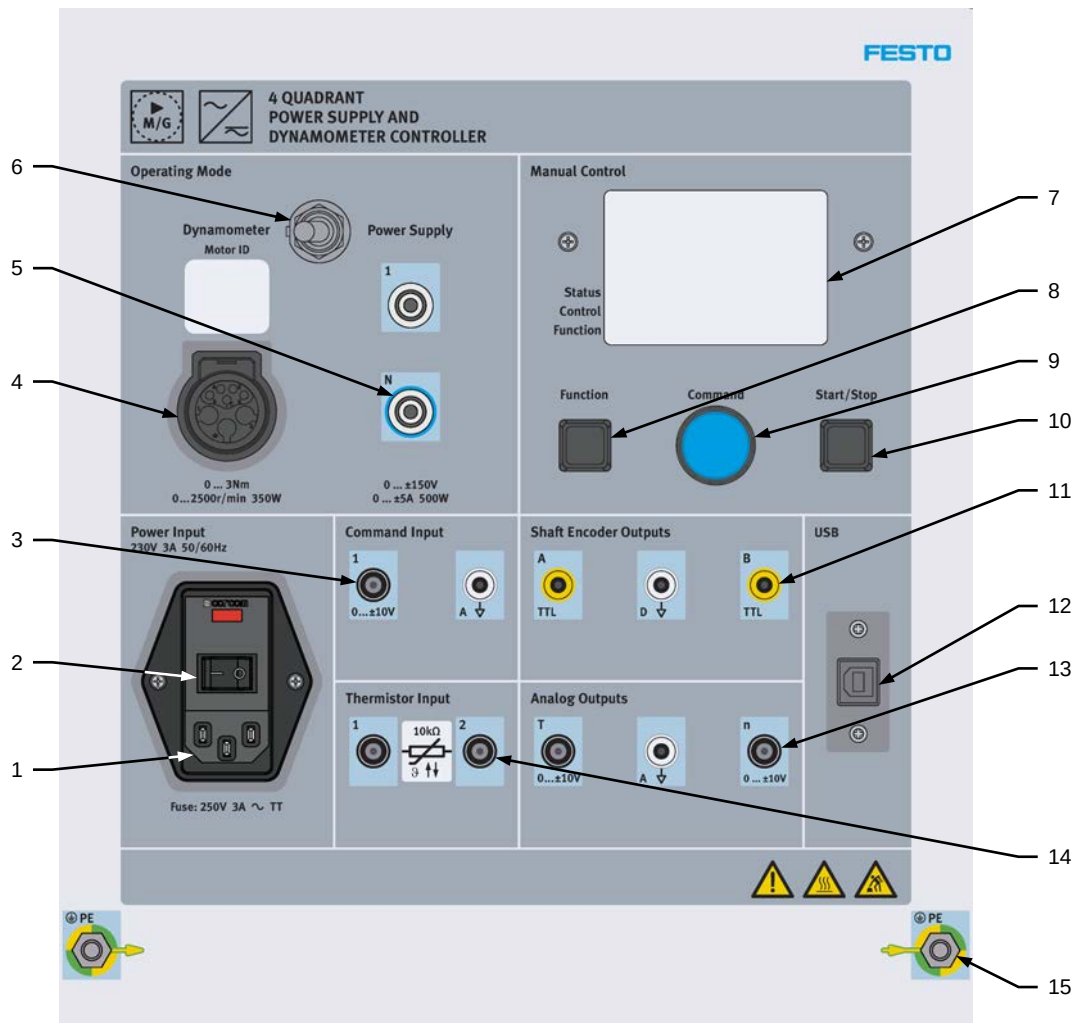


Figura 20. Panel frontal del Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

Número	Nombre de los componentes
1	Alimentación
2	Interruptor principal de alimentación
3	Entrada de comando
4	Conector del Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes
5	Terminales de la fuente de alimentación (terminales 1 y N)
6	Interruptor del Modo de operación
7	Pantalla de cristal líquido (LCD)
8	Botón de Función
9	Perilla de Comando
10	Botón de Marcha/Parada
11	Salidas del codificador de eje A y B
12	Conector del puerto USB
13	Salidas analógicas T y n
14	Entrada de termistor
15	Terminales de puesta a tierra

Tabla 10. Descripción del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#).

9.11 Interfaz de adquisición de datos y de control

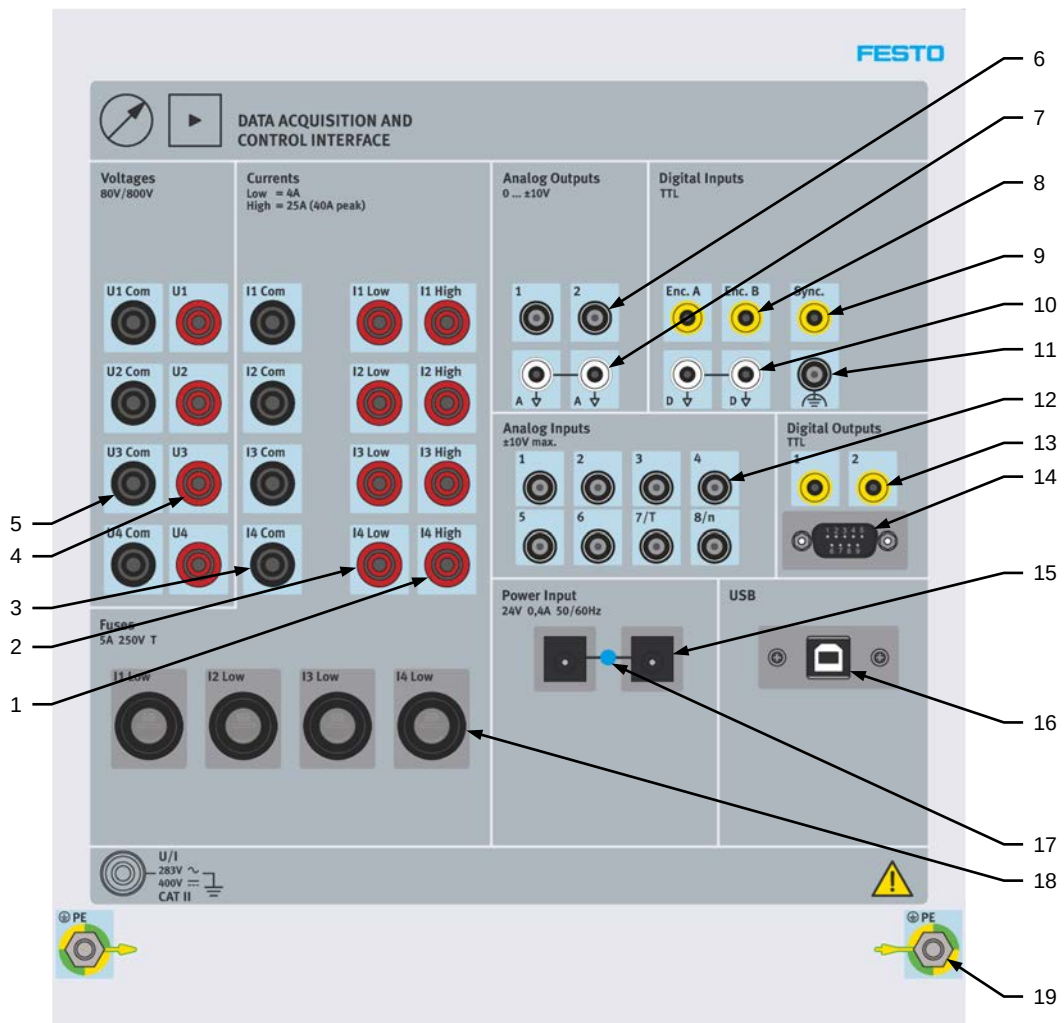


Figura 21. Panel frontal de la Interfaz de adquisición de datos y de control.

Número	Nombre de los componentes
1	Entradas de corriente de alto nivel (de 25 A, terminales I1, I2, I3 e I4)
2	Entradas de corriente de bajo nivel (de 4 A, terminales I1, I2, I3 e I4)
3	Terminales comunes de las Entradas de corriente
4	Entradas de tensión (terminales U1, U2, U3 y U4)
5	Terminales comunes de las Entradas de tensión
6	Salidas analógicas 1 y 2
7	Terminales comunes de las Salidas analógicas 1 y 2
8	Entradas digitales del codificador A y B
9	Entrada digital Sinc.
10	Terminales comunes de las Salidas y Entradas digitales
11	Puesta a tierra funcional
12	Entradas analógicas 1, 2, 3, 4, 5, 6, &/T y 8/n
13	Salidas digitales 1 y 2
14	Salidas digitales 1 y 2
15	Conector de alimentación
16	Conector del puerto USB
17	Indicador LED de encendido
18	Fusibles de las Entradas de corriente (bajo nivel)
19	Terminales de puesta a tierra de protección

Tabla 11. Descripción de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#).

ATENCIÓN

La [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) forma parte de la categoría de medición II (CAT II), lo que significa que el módulo está diseñado para realizar mediciones en circuitos conectados a una instalación de baja tensión, tal como un equipo conectado a tomas y alimentado desde el cableado del edificio.

10 Mantenimiento de los equipos

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica están diseñados para garantizar la seguridad del usuario y la fiabilidad a largo plazo. No obstante, se debe tener cuidado para que los equipos permanezcan en buenas condiciones de funcionamiento y, así pues, seguros para el usuario.

En esta sección se proveen directivas y guías para el mantenimiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.



Los profesores y/o el personal encargado de los equipos del laboratorio deben transmitir las siguientes instrucciones y guías a los estudiantes puesto que ellas son muy importantes para mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento.

10.1 Mantenimiento general

Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica no requieren un mantenimiento específico. Sin embargo, es muy importante realizar una inspección visual de los equipos antes de cada ejercicio de laboratorio. Si algún componente del equipo parece estar dañado o presenta desgaste, se le debe sustituir para garantizar la seguridad del usuario y evitar mayores daños en los equipos.

En el equipo no hay piezas que el usuario pueda reparar; además, abrir o remover las cubiertas puede exponer al usuario a tensiones peligrosas. No intente abrir los equipos.

10.2 Mantenimiento de las máquinas rotativas

Además de los anteriores requisitos generales de mantenimiento, los rodamientos de bolas tensores (ver la figura 22) de las máquinas rotativas requieren lubricación periódica. Es posible que un tiempo después de la última lubricación usted observe que los rodamientos de bolas tensores de una máquina rotativa se hacen más ruidosos. Esto indica que los rodamientos de bolas necesitan lubricación. Cuando sea necesario, lubrique los rodamientos de bolas con una pequeña cantidad (unas gotas en cada rodamiento) de aceite lubricante, como el aceite multiuso 3-IN-ONE®. Hacer esto previene el desgaste prematuro de los rodamientos de bolas, así como el daño del módulo.

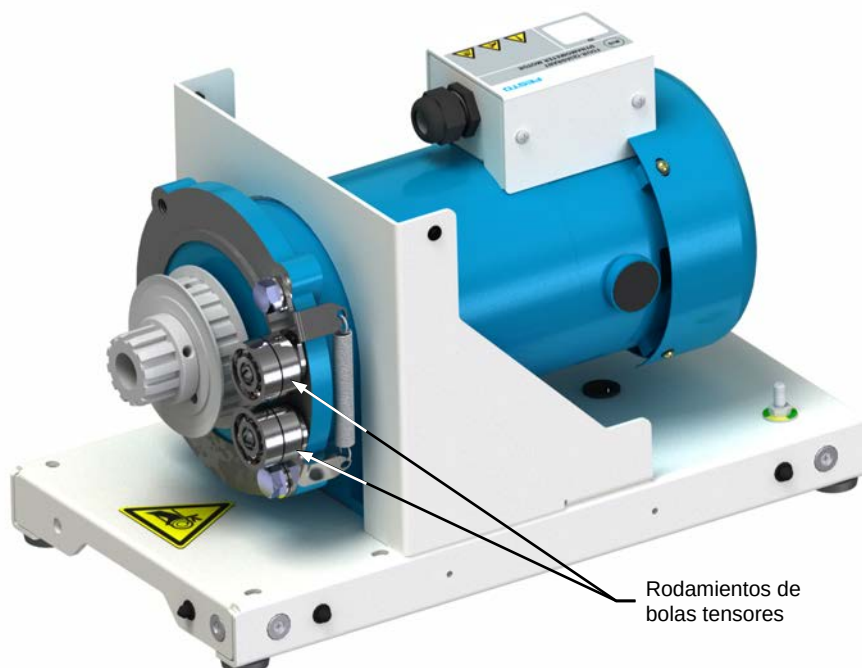


Figura 22. Los rodamientos de bolas tensores de las máquinas rotativas requieren lubricación periódica.

10.3 Consumibles y piezas de recambio

Es posible reemplazar piezas consumibles o equipos dañados. Utilice sólo accesorios de Festo Didactic para garantizar la compatibilidad y durabilidad del equipo. A continuación se listan las piezas de recambio y los accesorios disponibles.

Pieza	Tipo	Especificaciones	Referencia
Cables de conexión			
Cordones de seguridad de laboratorio	Cordones de seguridad de laboratorio, de 4 mm	50mm	572103
		300mm	572105
		500mm	572109
		1000mm	572113
		1500mm	572117
	Cordones de seguridad de laboratorio, de 2 mm	100mm	574200
		200mm	574203
		300mm	574204
		500mm	574205
Cables de puesta a tierra de protección			
Cordón de puesta a tierra de protección	Cordón de puesta a tierra de protección con conector de 6 mm	100mm	8067504
		400mm	8067505
		1500mm	8067506
Fuente de alimentación ca de 24 V			
Cable de alimentación desenchufable	Conector C13, toma C14	250 V, 10 A	792617
Cordón ca	macho a macho	24 V	772037
Fuente de alimentación trifásica y unidad de seguridad			
Llave para el interruptor de llave Ronis de Siemens	Cerradura n.º SB30		791795
Interfaz de adquisición de datos y de control			
Fusible	3AG, libre de plomo, de fusión lenta	5 A, 250 V ca	780770
Cordón ca	macho a macho	24 V	772037
Cable USB	USB 2,0, AB	1,82 m	782988
Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes			
Cable de alimentación desenchufable	Conector C13, toma C14	250 V, 10 A	792617
Fusible	3AG, libre de plomo, de fusión lenta	100 A, 250 V ca	765139
Cable USB	USB 2,0, AB	1,82 m	782988

Tabla 12. Lista de las piezas consumibles y de los equipos susceptibles de sufrir daños.

ATENCIÓN

- Antes de sustituir un fusible fundido, identifique y corrija el problema que dio origen a la sobreintensidad.
- Sustituya un fusible fundido por otro del mismo tipo. La utilización de un tipo incorrecto de fusible puede dañar el equipo o causar lesiones.

10.4 Eliminación

No deseche los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica junto con los residuos normales ya que dichos equipos contienen componentes eléctricos y electrónicos. Un especialista debe desensamblar el equipo. Los componentes se deben reciclar o eliminar de acuerdo con la normativa local.

El propietario es responsable de hacer las provisiones necesarias para el reciclaje y eliminación seguros del equipo.

10.4.1 Mantenimiento y eliminación de las baterías

No deje las baterías recargables de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica descargadas o sin utilizar durante largos periodos. Asegúrese de recargar estas baterías cada seis meses si no se les utiliza.

No deje las baterías en espacios demasiado calientes. Nunca utilice una batería si ésta muestra signos de daños, tales como: cubierta hinchada o agrietada, terminales corroídos o dañados.

La eliminación de las baterías de ácido-plomo y de Ni-MH debe realizarla personal cualificado autorizado, de conformidad con la normativa aplicable en su país. Nunca deseche las baterías junto con los residuos domésticos normales ni en vertederos ni en incineradores.

ADVERTENCIA



Nunca deseche las baterías junto con los residuos domésticos normales ni en vertederos ni en incineradores. La eliminación de las baterías debe hacerse de conformidad con la normativa aplicable de su país. De no hacer esto, pueden producirse lesiones graves, incendio, explosión, daños a la propiedad y daños ambientales graves.

10.5 Limpieza

Para limpiar el panel frontal y el gabinete de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, use un paño suave y una solución suave de detergente y agua. Es muy importante no aplicar la solución directamente sobre la superficie del gabinete del equipo. En vez de ello, aplique la solución en el paño suave.

ATENCIÓN

No utilice sustancias abrasivas ni disolventes para limpiar ninguno de los componentes de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

