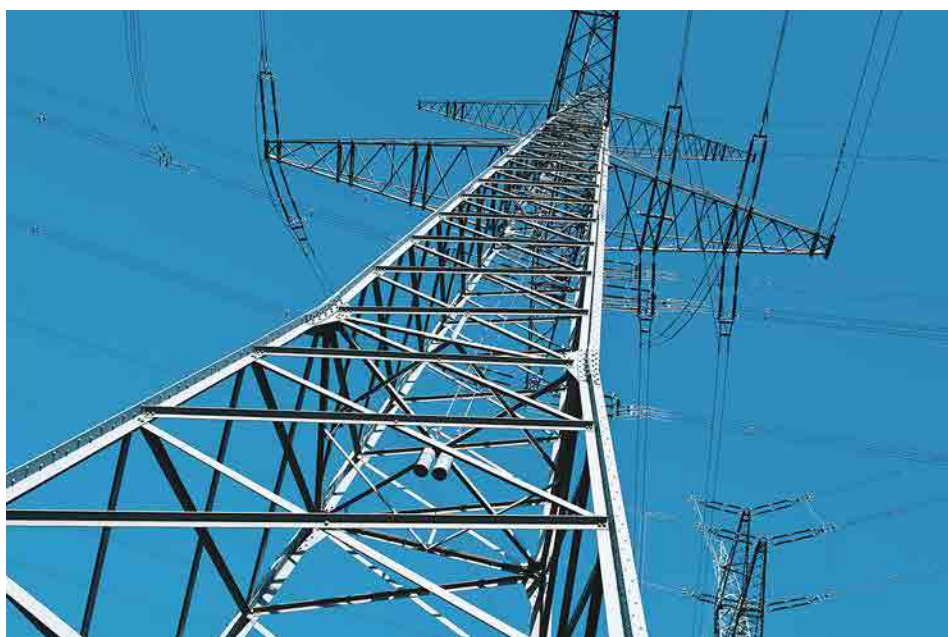


# Equipos del Sistema didáctico en tecnología de la energía eléctrica

**FESTO**

Tecnología de la energía eléctrica

Manual del usuario



**Tecnología de la energía eléctrica**

**Equipos del Sistema didáctico en  
tecnología de la energía eléctrica**

**Manual del usuario**

584779

Nº de artículo: 584779 (Versión impresa) 591260 (Versión electrónica)  
Primera edición 2014/08  
Actualización: 2024/02

Por el personal de Festo Didactic

© Festo Didactic Ltée/Ltd, Québec, Canada 2014

Internet: [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)

e-mail: [services.didactic@festo.com](mailto:services.didactic@festo.com)

Impreso en Canadá

Todos los derechos reservados

ISBN 978-2-89747-114-9 (Versión impresa)

ISBN 978-2-89747-115-6 (Versión electrónica)

Depósito legal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014

Depósito legal - Library and Archives Canada, 2014

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 documento 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.

# Índice

<b>Informaciones preliminares sobre el documento .....</b>	<b>5</b>
<b>Unidad de aprendizaje 1 - Requisitos de alimentación del sistema .....</b>	<b>11</b>
<b>Unidad de aprendizaje 2 - Guía de instalación rápida .....</b>	<b>15</b>
Instalación y encendido del equipo.....	15
Apagado, desconexión y retiro del equipo .....	18
Instalación y ejecución del software LVDAC-EMS .....	19
Instalación .....	19
Ejecución .....	20
<b>Unidad de aprendizaje 3 - Instalación de los equipos .....</b>	<b>33</b>
Requisitos ambientales.....	34
Directrices para la instalación y utilización de puestos de trabajo .....	35
Ciberseguridad .....	41
<b>Unidad de aprendizaje 4 - Manipulación, instalación y extracción de módulos .....</b>	<b>43</b>
Manipulación de los módulos EMS .....	43
Instalación de módulos EMS en un puesto de trabajo .....	44
Instalación de un módulo EMS de tamaño medio en un compartimento de altura media de un puesto de trabajo .....	44
Instalación de dos módulos EMS de tamaño medio en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo .....	45
Instalación de un módulo EMS de tamaño completo en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo .....	46
Instalación de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, en un puesto de trabajo .....	49
Instalación de una máquina rotativa EMS en un puesto de trabajo.....	50
Acoplamiento mecánico de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS.....	53
Instalación de una fuente de alimentación en un puesto de trabajo .....	57
Extracción de un módulo EMS de altura media de un compartimento de altura media de un puesto de trabajo .....	60
Extracción de una pila de dos módulos EMS de tamaño medio de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo.....	61

Extracción de una máquina rotativa EMS de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo .....	63
Extracción de una fuente de alimentación de un puesto de trabajo .....	67
<b>Unidad de aprendizaje 5 - Mantenimiento del equipo .....</b>	<b>71</b>
Mantenimiento general .....	71
Mantenimiento de los módulos EMS que no se han utilizado durante un periodo prolongado de tiempo .....	71
Directivas para comprobar la continuidad eléctrica entre la carcasa de los módulos EMS y los rieles de un puesto de trabajo .....	72
Mantenimiento de las máquinas rotativas EMS .....	72
Mantenimiento y eliminación de las baterías .....	73
Limpieza .....	73
<b>Apéndice A - Conexión de la Fuente de alimentación a la red de alimentación ca .....</b>	<b>75</b>
Comprobación del cableado de la toma de corriente ca mural de su aula .....	75
Toma de corriente ca monofásica mural .....	75
Toma de corriente ca trifásica mural .....	75
Comprobación de la secuencia de fases de una toma de corriente ca trifásica mural .....	77
Comprobación de que varias tomas de pared de un salón de clases tienen la misma secuencia de fases y están cableadas exactamente de la misma manera .....	78
<b>Apéndice B - Descripción, especificaciones y funcionamiento de los módulos EMS .....</b>	<b>81</b>
Visión general .....	81
Motor cc de imán permanente, modelo 8213-1 .....	82
Control, conectores e indicadores .....	83
Especificaciones .....	85
Motor de inducción jaula de ardilla de cuatro polos, modelos 8221-0 y -2 .....	85
Control, conectores e indicadores .....	86
Especificaciones .....	87
Motor/Alternador sincrónico, modelos 8241-0 y -2 .....	88
Control, conectores e indicadores .....	89
Especificaciones .....	90
Carga resistiva, modelo 8311-0 y -A .....	92
Control, conectores e indicadores .....	92
Especificaciones .....	94
Carga resistiva, modelo 8509 .....	95
Control, conectores e indicadores .....	96
Especificaciones .....	97
Carga inductiva, modelo 8321 .....	98

Control, conectores e indicadores.....	98
Especificaciones.....	100
Carga capacitiva, modelo 8331 .....	100
Control, conectores e indicadores.....	101
Especificaciones.....	102
Banco trifásico de transformadores, modelo 8348-4.....	103
Control, conectores e indicadores.....	103
Especificaciones.....	105
Transformador, modelo 8353 .....	106
Control, conectores e indicadores.....	106
Especificaciones.....	107
Módulo de sincronización, modelo 8621 .....	107
Control, conectores e indicadores.....	108
Especificaciones.....	109
Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-A/-B.....	109
Control, conectores e indicadores.....	109
Especificaciones.....	111
Baterías de plomo-ácido, modelo 8801 .....	113
Control, conectores e indicadores.....	113
Mantenimiento.....	114
Prueba de sulfatación .....	114
Especificaciones.....	115
Bloque de baterías de plomo, modelo 8802-1 .....	116
Control, conectores e indicadores.....	116
Mantenimiento.....	117
Prueba de sulfatación .....	118
Especificaciones.....	118
Bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-B.....	119
Control, conectores e indicadores.....	121
Mantenimiento.....	124
Especificaciones.....	124
Bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-C.....	126
Control, conectores e indicadores.....	127
Mantenimiento.....	129
Especificaciones.....	130
Fuente de alimentación, modelo 8821-2 .....	131
Control, conectores e indicadores.....	132
Especificaciones.....	134
Fuente de alimentación, modelo 8823.....	137
Control, conectores e indicadores.....	137
Especificaciones.....	139
Cortador/inversor con IGBT, modelo 8837-B.....	140
Control, conectores e indicadores.....	140
Especificaciones.....	142

Tiristores de potencia, modelo 8841-2 .....	144
Control, conectores e indicadores.....	144
Especificaciones.....	146
Filtro trifásico, modelo 8326.....	147
Control, conectores e indicadores.....	147
Especificaciones.....	148
Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelos 8960-2 y -3 .....	148
Control, conectores e indicadores.....	150
Procedimiento de montaje para la operación por Control manual .....	154
Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado .....	155
Activación de los conjuntos de funciones.....	156
Configuración del módulo (ajustes de idioma).....	157
Configuración del módulo (ajustes de la unidad) .....	158
Procedimiento de autocalibración del dinamómetro (sólo modelo 8960-3) .....	159
Procedimiento de calibración de la compensación de fricción .....	159
Descripción de las funciones (modo de operación Dinamómetro).....	161
Descripción de las funciones (modo de operación Fuente de alimentación).....	163
Especificaciones.....	167
Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063 .....	169
Introducción a los sistemas de adquisición de datos y de control .....	169
Descripción de la Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI), modelo 9063 .....	171
Control, conectores e indicadores.....	172
Funcionamiento de la DACI .....	174
Variantes de modelo de la DACI .....	175
Procedimiento de montaje y conexiones para el funcionamiento de la DACI con el software LVDAC-EMS .....	176
Activación de los conjuntos de funciones.....	177
Especificaciones.....	177
Instrumentación computarizada de la DACI .....	180

# Informaciones preliminares sobre el documento

## Símbolos y procedimientos de seguridad

La siguiente tabla lista los símbolos de seguridad, y otros de uso corriente, que pueden utilizarse en este documento y en los equipos. Antes de comenzar a manipular los equipos, usted debe leer todas las secciones relativas a la seguridad incluidas en el Guía del usuario, que se suministra con cada equipo. Se incluyen procedimientos de seguridad adicionales cada vez que deba realizar una tarea que requiere tomar medidas de seguridad específicas.

Símbolo	Descripción
	<b>PELIGRO</b> indica un peligro de nivel de riesgo alto, que de no evitarse provocará la muerte o lesiones graves.
	<b>ADVERTENCIA</b> indica un peligro de nivel de riesgo medio, que de no evitarse podría provocar la muerte o lesiones graves.
	<b>ATENCIÓN</b> indica un peligro de nivel de riesgo bajo, que de no evitarse podría provocar lesiones leves o moderadas.
	<b>AVISO</b> indica un peligro con una situación potencialmente peligrosa, que de no evitarse puede causar daños a la propiedad.
	Atención, riesgo de peligro. Consulte la documentación del usuario correspondiente.
	Atención, riesgo de descarga eléctrica.
	Atención, peligro por levantamiento de cargas.



Símbolo	Descripción
	Atención, superficie caliente.
	Atención, riesgo de incendio.
	Atención, riesgo de explosión.
	Atención, riesgo de atrapamiento en accionamiento por correas.
	Atención, riesgo de atrapamiento en accionamiento por cadenas.
	Atención, riesgo de atrapamiento en accionamiento por engranajes.
	Atención, riesgo de aplastamiento de manos.
	Contenido estático sensible. Preste atención a las precauciones para manipular dispositivos sensibles de descarga electrostática.
	Aviso, radiación no ionizante.



Símbolo	Descripción
	Consulte la documentación correspondiente destinada al usuario.
	Restricciones geográficas de la Directiva sobre los equipos radioeléctricos (RED): consulte la documentación pertinente del usuario.
	Corriente continua.
	Corriente alterna.
	Tanto corriente continua como alterna.
	Corriente alterna trifásica.
	Terminal a tierra.
	Terminal conductor de protección.
	Bastidor o terminal de chasis.
	Equipotencialidad.

Símbolo	Descripción
	ON (alimentación).
○	OFF (alimentación).
□	Equipo protegido completamente por doble aislamiento o aislamiento reforzado.
⏏	En posición de un control de empuje biestable.
⏏	Posición de salida de un control de empuje biestable.

## Recomendaciones generales de seguridad al utilizar el sistema

Además de los símbolos enumerados anteriormente, deben tenerse siempre en cuenta las dos advertencias siguientes cuando se realicen manipulaciones con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica:

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p>Es necesaria una supervisión por parte de personal cualificado en todo momento cuando se utilicen los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica para realizar manipulaciones de cualquier tipo.</p>

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Apague siempre todos los equipos después de realizar manipulaciones. Los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica nunca deben dejarse encendidos cuando el montaje de los equipos esté desatendido.

## Acerca de este documento

Esta guía del usuario proporciona toda la información necesaria para instalar y utilizar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica. Se divide en cinco unidades, cada una de las cuales trata un aspecto diferente relacionado con el equipo.

La Unidad de aprendizaje 1 enumera los requisitos de alimentación de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

La Unidad de aprendizaje 2 proporciona un procedimiento general para instalar y encender los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica al comienzo de una sesión de laboratorio, y cómo apagar, desconectar y retirar el equipo al final de una sesión de laboratorio. Esta unidad también explica cómo instalar y ejecutar el software LVDAC-EMS para implementar instrumentos y funciones de control computarizados con la Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI), modelo 9063, así como las funciones de dinamómetro/fuente de alimentación con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960.

La Unidad de aprendizaje 3 proporciona directrices para instalar y utilizar los puestos de trabajo de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica de forma segura.

La Unidad de aprendizaje 4 proporciona directrices para garantizar que los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica se manipulen, instalen y retiren de forma segura.

La Unidad de aprendizaje 5 se ocupa del mantenimiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

El Apéndice A enumera las verificaciones que deben realizarse para garantizar que la red de alimentación ca esté correctamente cableada en el edificio y que los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica reciben la alimentación adecuada de la fuente de alimentación.

El Apéndice B describe los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica. Para cada módulo EMS, se proporciona la información siguiente: una descripción general, especificaciones técnicas e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento (si procede).

### **Consejos, comentarios y sugerencias**

Invitamos a los lectores a enviarnos sus consejos, comentarios y sugerencias para mejorar el curso.

Envíelos a:

[services.didactic@festo.com](mailto:services.didactic@festo.com)

Los autores y Festo Didactic esperan leer sus comentarios.

## Requisitos de alimentación del sistema

El Equipo didáctico en electricidad y nuevas energías está disponible en diferentes versiones para adaptarse a las distintas combinaciones de tensión y frecuencia ca utilizadas en todo el mundo. A continuación se indican los requisitos del sistema para cada versión disponible.

**Tabla 1: Versión de 120 V/60 Hz.**

Requisitos del sistema	
Corriente máxima	15 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8821-2 10 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8823
Corriente típica	1,5 A por grupo de estudiantes
Instalación de la red de alimentación ca	3 fases (120/208 V - 60 Hz), configuración en estrella (wye) incluyendo los conductores neutro y de tierra, con protección mediante un disyuntor de 20 A
Conector de la red de alimentación ca	NEMA L21-20

**Tabla 2: Versión de 220 V/50 Hz.**

<b>Requisitos del sistema</b>	
Corriente máxima	10 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8821-2 5 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8823
Corriente típica	1 A por grupo de estudiantes
Instalación de la red de alimentación ca	3 fases (220/380 V - 50 Hz), configuración en estrella (wye) incluyendo los conductores neutro y de tierra, con protección mediante un disyuntor de 20 A
Conector de la red de alimentación ca	NEMA L22-20

**Tabla 3: Versión de 220 V/60 Hz.**

<b>Requisitos del sistema</b>	
Corriente máxima	10 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8821-2 5 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8823
Corriente típica	1 A por grupo de estudiantes
Instalación de la red de alimentación ca	3 fases (220/380 V - 60 Hz), configuración en estrella (wye) incluyendo los conductores neutro y de tierra, con protección mediante un disyuntor de 20 A
Conector de la red de alimentación ca	NEMA L22-20

**Tabla 4: Versión de 240 V/50 Hz.**

Requisitos del sistema	
Corriente máxima	10 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8821-2 5 A cuando se utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8823
Corriente típica	1 A por grupo de estudiantes
Instalación de la red de alimentación ca	3 fases (240/415 V - 50 Hz), configuración en estrella (wye) incluyendo los conductores neutro y de tierra, con protección mediante un disyuntor de 20 A
Conector de la red de alimentación ca	AS/NZS3123



Algunas redes de alimentación ca pueden carecer de conductor neutro. Dado que las tensiones de línea a neutro son impredecibles cuando no hay conductor neutro, en esta situación es imposible realizar ejercicios de tipo monofásicos con el Equipo didáctico en electricidad y nuevas energías. Sin embargo, se puede añadir un conductor neutro a las redes ca que no lo tienen instalando un transformador específicamente diseñado para resolver este problema. Tenga en cuenta que la capacidad de este transformador depende del número y características de los equipos didácticos que deben alimentarse. Para determinar los valores nominales del transformador necesario, contacte con nuestro servicio de atención al cliente.



Consulte el Apéndice B para obtener las especificaciones técnicas de los distintos módulos EMS incluidos en el Equipo didáctico en electricidad y nuevas energías, así como las descripciones de los terminales de entrada y salida de estos módulos EMS.



## Guía de instalación rápida

Esta unidad proporciona un procedimiento de inicio rápido para instalar y energizar el Equipo didáctico en electricidad y nuevas energías al comienzo de una sesión de laboratorio. Esta unidad también proporciona un procedimiento general para apagar, desconectar y retirar el equipo al finalizar un ejercicio o sesión de laboratorio. Por último, esta unidad proporciona la información necesaria para instalar y ejecutar el software LVDAC-EMS.

### AVISO

Las verificaciones enumeradas en el Apéndice A de la presente guía del usuario deben haber sido realizadas para asegurar que el Equipo didáctico en electricidad y nuevas energías es alimentado correctamente por cualquiera de los modelos de fuente de alimentación. De no hacerlo, pueden ocasionarse daños al equipo.



## Instalación y encendido del equipo

1. Asegúrese de que el puesto de trabajo esté correctamente instalado (consulte la sección "Pautas de instalación y utilización del puesto de trabajo" en la Unidad de aprendizaje 3).
2. Instale todos los módulos EMS necesarios para su ejercicio de laboratorio en el puesto de trabajo (consulte la subsección titulada "Instalación de módulos EMS en un puesto de trabajo" en la Unidad de aprendizaje 4).
3. Asegúrese de que todos los compartimentos del puesto de trabajo estén ocupados con un módulo EMS.





### ⚠ ADVERTENCIA



Nunca deje desocupado un compartimento del puesto de trabajo para evitar que los estudiantes accedan a piezas rotativas de la máquina. De no evitarse esta situación, pueden producirse lesiones graves en las manos o en los brazos.

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Nunca deje desocupado un compartimento del puesto de trabajo para evitar que los alumnos accedan a los componentes eléctricos o a partes de las conexiones eléctricas. Las descargas eléctricas pueden causar lesiones graves.

- Una vez instalado el equipo, instale y cierre con candado las dos barras de seguridad en el panel frontal del puesto de trabajo para evitar que los estudiantes retiren los módulos EMS durante la sesión de laboratorio.
- Asegúrese de que el interruptor principal de la fuente de alimentación esté en la posición O (apagado). Asegúrese de que el candado de seguridad del interruptor principal esté bloqueado.

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Antes de realizar o modificar cualquier conexión en los módulos EMS, asegúrese siempre de que la fuente de alimentación esté apagada para evitar descargas eléctricas.

- Conecte el equipo según sea necesario para su ejercicio de laboratorio. Para ello, utilice los cables de conexión con conectores de seguridad en los extremos, que se incluyen con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	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 interconectar los equipos. Las partes bajo tensión de estos cables tienen sus conectores ocultos y aislados para evitar tocarlos accidentalmente, permitiendo así la conexión segura del equipo sin peligro de descarga eléctrica.

- Asegúrese de que los paneles frontales de todas las máquinas rotativas estén cerrados y firmemente asegurados en su lugar (consulte la figura 1).

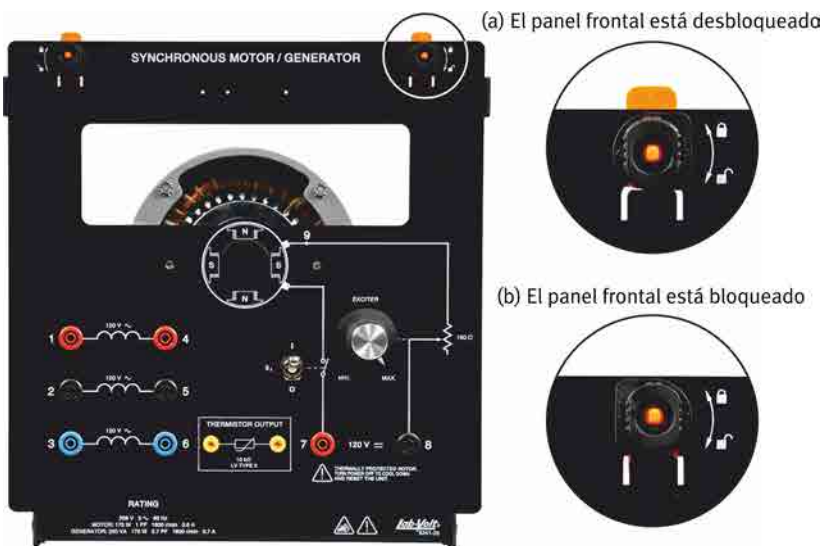




Figura 1: Para asegurar el panel frontal de una máquina rotativa, coloque sus botones de bloqueo giratorios en la posición de bloqueo, como se muestra en (b).

### ⚠ ADVERTENCIA

El panel frontal de las máquinas rotativas debe permanecer cerrado y firmemente asegurado en su lugar mediante sus botones de bloqueo siempre que las máquinas estén encendidas y sus partes rotativas no se hayan detenido por completo. Esto con el fin de evitar el riesgo de lesiones por descargas eléctricas y por contacto con partes rotativas de las máquinas.

8. Haga verificar las conexiones de su equipo por una persona cualificada y autorizada.
9. Desbloquee y retire el candado de seguridad de la fuente de alimentación. Encienda la fuente de alimentación colocando su interruptor de alimentación principal en la posición I (encendido).

 <b>ADVERTENCIA</b>	
	<p>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 o por contacto con piezas en rotación de una máquina:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nunca deje desatendidos los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.</li><li>• Nunca modifique las conexiones del equipo mientras la alimentación esté activa, a menos que se indique específicamente lo contrario.</li><li>• Nunca retire un módulo EMS mientras la alimentación esté activa.</li><li>• No deje accesibles las piezas giratorias de una máquina rotativa mientras esté encendida la alimentación.</li></ul>





## Apagado, desconexión y retiro del equipo

1. Apague la fuente de alimentación colocando su interruptor de alimentación principal en la posición O (apagado).
2. En la fuente de alimentación, instale y bloquee el candado de seguridad del interruptor de alimentación principal.
3. Modifique las conexiones de los equipos según sea necesario. Una vez finalizada la sesión de laboratorio, retire todos los cables de conexión y devuélvalos a su lugar de almacenamiento.



Si desea realizar otro ejercicio de laboratorio que requiera cambiar las conexiones de los módulos EMS o cambiar los módulos EMS del puesto de trabajo, desbloquee y retire las dos barras de seguridad del panel frontal del puesto de trabajo, cambie los módulos EMS y las conexiones del equipo según sea necesario y, a continuación, vuelva a el paso 3 del procedimiento anterior, titulado "Instalación y encendido del equipo".

- Desbloquee y retire las dos barras de seguridad del panel frontal del puesto de trabajo. A continuación, extraiga los módulos EMS del puesto de trabajo (consulte la subsección titulada "Extracción de los módulos EMS de un puesto de trabajo" en la Unidad de aprendizaje 4).

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Al retirar los módulos EMS del puesto de trabajo, tenga cuidado de no tocar los componentes que puedan permanecer cargados eléctricamente (como los condensadores) para evitar descargas eléctricas.
	 <b>ATENCIÓN</b>
	Al retirar los módulos EMS del puesto de trabajo, tenga cuidado de no tocar los componentes eléctricos que puedan estar calientes (como las resistencias). El contacto con componentes calientes puede provocar quemaduras graves.

## Instalación y ejecución del software LVDAC-EMS

### Instalación

- Abra una sesión de Windows como administrador.
- Desinstale toda versión del software LVDAC-EMS que pudiera estar presente en su ordenador.



Si en su computadora u ordenador existe una versión anterior del software LVDAC-EMS, al iniciar la instalación del software se eliminará la versión anterior y usted tendrá que volver a iniciar la instalación para que se pueda instalar la nueva versión.

- Descargue el software LVDAC-EMS como un archivo LVDacEms\*\*\*\*\*.zip desde un enlace al final de la siguiente página:



LVDAC-EMS

[https://labvolt.festo.com/Website/solutions/6\\_electricity\\_and\\_new\\_energy/98-9063-00\\_data\\_acquisition\\_and\\_control\\_interface](https://labvolt.festo.com/Website/solutions/6_electricity_and_new_energy/98-9063-00_data_acquisition_and_control_interface)

Al concluir la descarga del archivo LVDacEms\*\*\*\*\*.zip, extraiga todos los archivos comprimidos en la carpeta de su preferencia en el ordenador. En los archivos extraídos, encuentre y ejecute el archivo Setup.exe y siga las indicaciones que proporciona el asistente de Instalación LVDAC-EMS a fin de completar la instalación del software.

8. En este momento la instalación ha finalizado.

## Ejecución

El software LVDAC-EMS puede ejecutarse en el modo Hardware conectado o en el modo Demostración (simulación). En el modo Hardware conectado, los valores de los parámetros que muestra LVDAC-EMS provienen de muestras de las señales aplicadas y recibidas a/desde la Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI), modelo 9063, y/o el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. En el modo Autónomo, los valores de los parámetros que muestra LVDAC-EMS provienen de señales emuladas por computadora, por lo que ya no se necesitan ni la DACI ni el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

En este procedimiento se supone que tanto la DACI como el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes se utilizan y que LVDAC-EMS se ejecuta en el modo Hardware conectado.



Para obtener información detallada sobre la Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI) y el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, consulte el Apéndice B.

1. Conecte los puertos USB de la DACI y del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a un puerto USB del ordenador anfitrión. Encienda la DACI y el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.



Si es la primera vez que se conectan al ordenador anfitrión la DACI o el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, Windows configurará el nuevo o nuevos periféricos USB con el controlador o controladores de dispositivo preinstalados.

2. Inicie el software LVDAC-EMS. Aparecerá un cuadro de diálogo en el que se le pedirá que seleccione un idioma y un sistema de notación (véase la figura siguiente). Seleccione el idioma y el sistema de notación deseados y, a continuación, pulse el botón Aceptar.



El sistema de notación determina cómo se muestran ciertos parámetros en LVDAC-EMS. Por ejemplo, las entradas de tensión se designan con la letra "E" en la notación americana, o con la letra "U" en la notación europea. No obstante, tenga en cuenta que la selección de un sistema de notación no afecta a la selección realizada para el sistema de unidades de medida (SI o imperial) en LVDAC-EMS. (Esto se verá más adelante en este procedimiento).

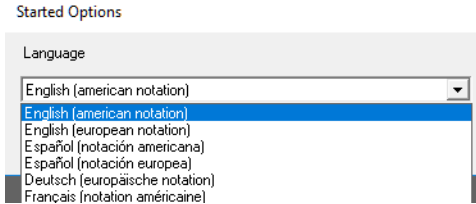


Figura 2: Selección de un idioma y un sistema de notación.

3. Aparecerá la ventana del Lanzador de LVDAC-EMS, pidiéndole que seleccione entre el modo Conectado o el modo Demostración (véase la figura siguiente). Seleccione el modo deseado y pulse el botón Aceptar.



Si se selecciona el modo Conectado cuando la DACI y el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes no están conectados al ordenador en el que se ejecuta LVDAC-EMS, el software se iniciará en modo Conectado pero sin instrumentación computarizada ni función de control. La DACI y el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes pueden conectarse más tarde, ya que LVDAC-EMS los detectará automáticamente.

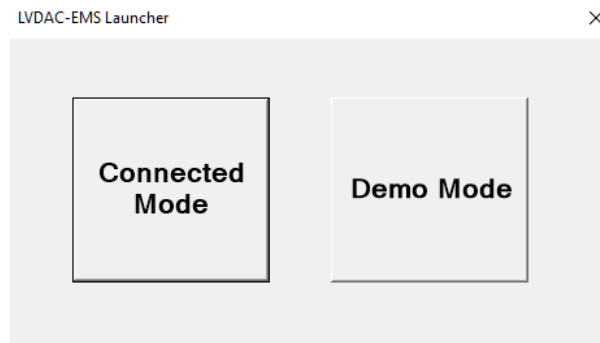


Figura 3: Selección del modo Conectado o Demostración.

4. Si se ha seleccionado el modo Conectado y LVDAC-EMS ha sido capaz de establecer conexiones adecuadas con la DACI y el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, debe aparecer la ventana Arranque de LVDAC-EMS, indicando que se han encontrado estos módulos mostrando los nombres y el número de serie de dichos módulos, así como los conjuntos de funciones disponibles para cada uno de ellos (véase la figura siguiente). Los conjuntos de funciones disponibles son los que están activos en la DACI. Esto significa que la ventana Arranque mostrada en la pantalla de su ordenador puede contener menos conjuntos de funciones que los que se muestran en la figura siguiente.



Si LVDAC-EMS no ha podido establecer una conexión con la DACI, no aparecerá la sección "Interfaz de adquisición de datos y de control" en la ventana Arranque. Del mismo modo, si LVDAC-EMS no ha podido establecer una conexión con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, no aparecerá la sección "Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes" en la ventana Arranque. Si esto ocurre, haga lo siguiente:

Intente de nuevo establecer conexiones entre LVDAC-EMS y los módulos haciendo clic en el botón Regeneración en la ventana Arranque de LVDAC-EMS. Si LVDAC-EMS sigue sin poder establecer conexión con uno o ambos módulos, asegúrese de que los módulos estén correctamente alimentados y compruebe la conexión del puerto USB entre los módulos y el ordenador anfitrión.



Cuando se utiliza una DACI de extensión (segunda) para implementar determinadas funciones de control avanzadas, la ventana Arranque de LVDAC-EMS correspondiente a esta DACI de extensión indica que en esta última no hay ningún conjunto de funciones detectado (disponible).

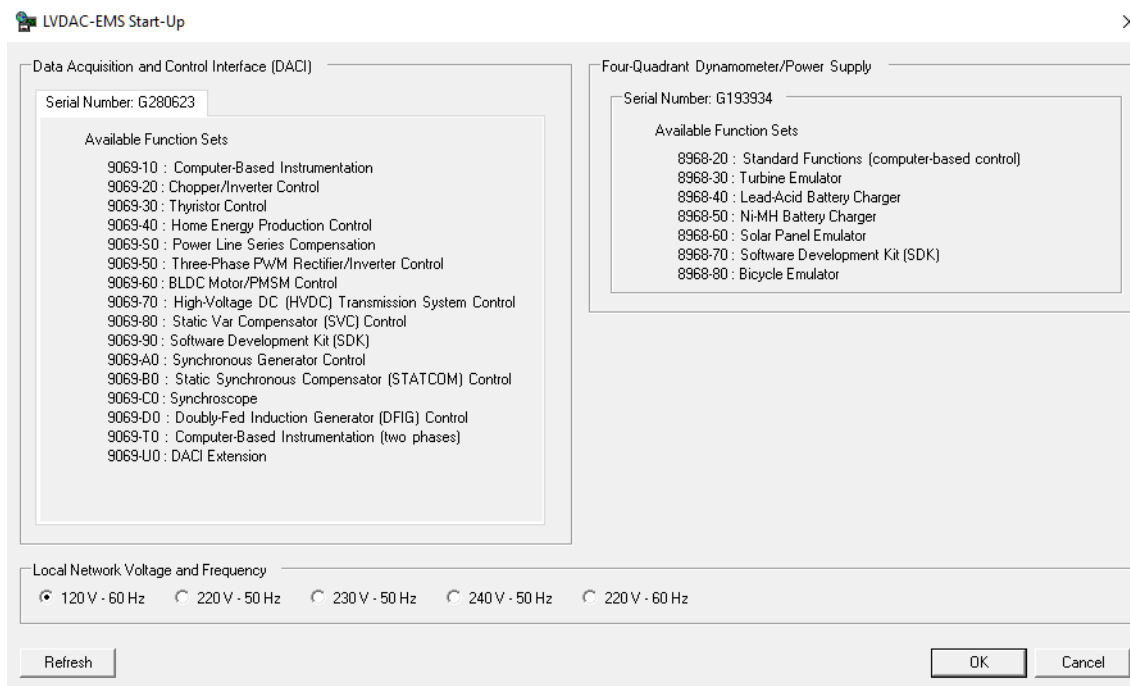


Figura 4: Ventana Arranque de LVDAC-EMS (ejemplo).

5. En la ventana Arranque de LVDAC-EMS, seleccione la tensión y frecuencia de la red correspondientes a la tensión y frecuencia de su red de alimentación ca local, después haga clic en el botón Aceptar para cerrar la ventana Arranque de LVDAC-EMS. Al hacer esto, se cierra la ventana Arranque de LVDAC-EMS y aparece la ventana principal de LVDAC-EMS (véase la figura siguiente).



Tras cerrar la ventana Arranque de LVDAC-EMS, es posible que aparezca un cuadro de diálogo, solicitándole que actualice el microprograma de la DACI o el del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. En ese caso, haga clic en el botón Aceptar del cuadro de diálogo Se requiere actualizar el microprograma y, a continuación, siga las instrucciones que aparecen en pantalla para actualizar el microprograma (firmware) de la DACI o del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

6. En la ventana principal de LVDAC-EMS, la indicación "Modo hardware conectado" en la esquina inferior derecha significa que es correcta la conexión de LVDAC-EMS con la DACI y con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. La barra de herramientas permite seleccionar rápidamente un instrumento o una función de control implementada con la DACI, o una función implementada con el Dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

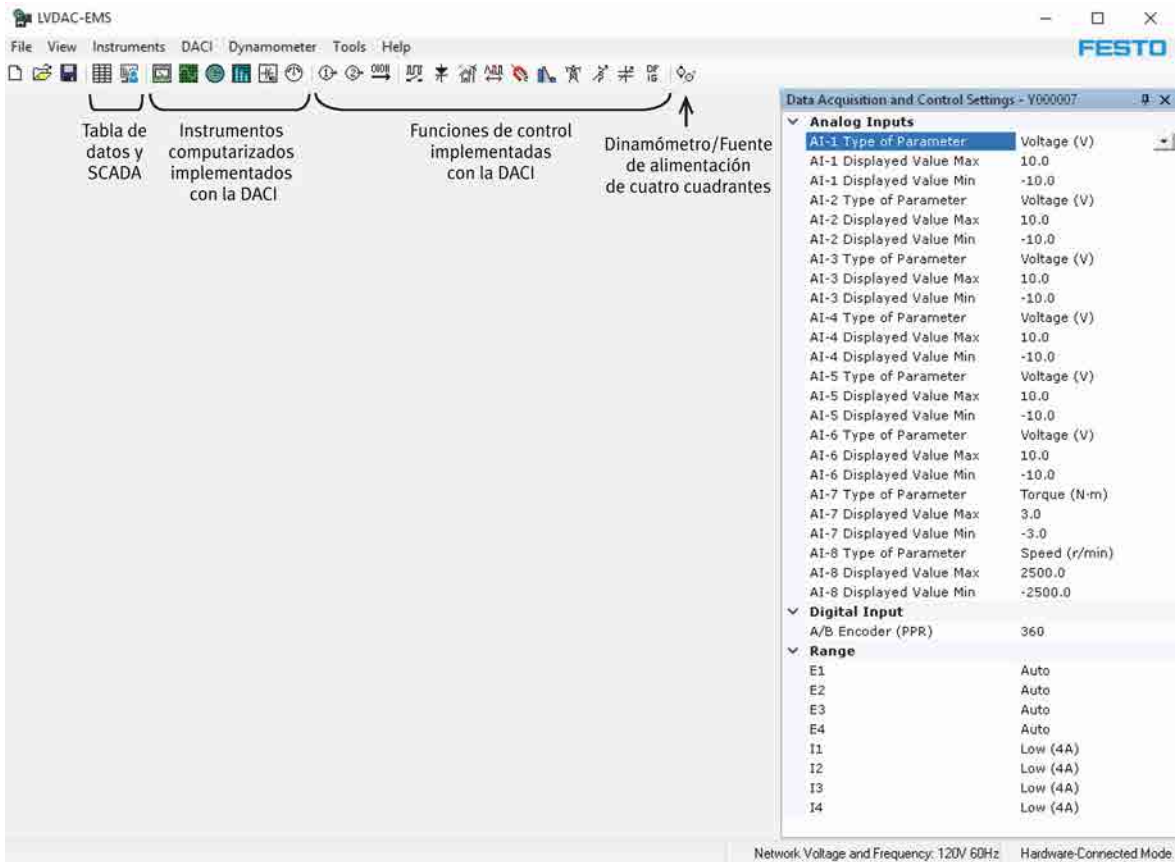


Figura 5: Ventana principal del software LVDAC-EMS.



La barra de herramientas de la ventana principal de LVDAC-EMS contiene los botones disponibles cuando todos los conjuntos de funciones (esto es, todos los instrumentos computarizados y las funciones de control) de la DACI están activos. Es posible que la barra de herramientas de la ventana LVDAC-EMS en la pantalla de su ordenador incluya menos botones, dependiendo del conjunto o conjuntos de funciones activos en su DACI.

7. Para seleccionar el sistema de unidades utilizado en LVDAC-EMS, seleccione Opciones en el menú Herramientas. Aparecerá el cuadro de diálogo Opciones (véase la figura siguiente). En este cuadro, seleccione el sistema de unidades deseado y, a continuación, haga clic en Aceptar para aplicar los cambios y cerrar el cuadro de diálogo Opciones.

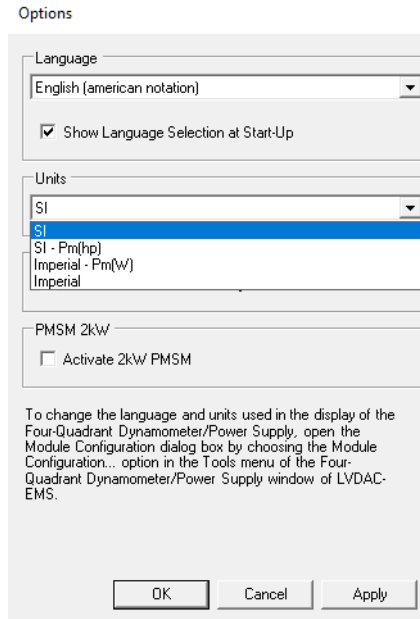


Figura 6: Para cambiar el sistema de unidades de LVDAC-EMS, acceda al cuadro de diálogo Opciones seleccionando Opciones en el menú Herramientas.

8. Para iniciar un instrumento computarizado implementado con la DACI, selecciónelo en el menú Instrumentos (véase la figura 7) de LVDAC-EMS, o haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas de LVDAC-EMS. El instrumento que se seleccione aparecerá en la pantalla del ordenador. Por ejemplo, la figura 8 muestra la ventana que aparece tras iniciar el instrumento Aparatos de medición.

Siempre que se inicia un instrumento computarizado, el panel Ajustes de la adquisición de datos y control aparece en la sección del lado derecho de la ventana principal de LVDAC-EMS, como lo muestra la figura 5. Este panel le permite al usuario modificar en la DACI los ajustes de las entradas analógicas y digitales, al igual que el intervalo de las entradas de corriente y de tensión.

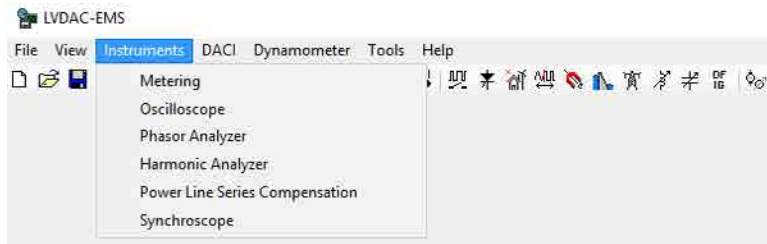


Figura 7: Para iniciar un instrumento computarizado, selecciónelo en el menú Instrumentos de LVDAC-EMS, o haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas de LVDAC-EMS.



Figura 8: Al iniciar el instrumento Aparatos de medición, aparece la ventana del mismo nombre.

- Para iniciar una función de control implementada con la DACI, seleccione esta función en el menú DACI (véase la figura siguiente) de LVDAC-EMS, o haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas de LVDAC-EMS. En la pantalla del ordenador aparecerá la ventana de la función de control que se seleccione.

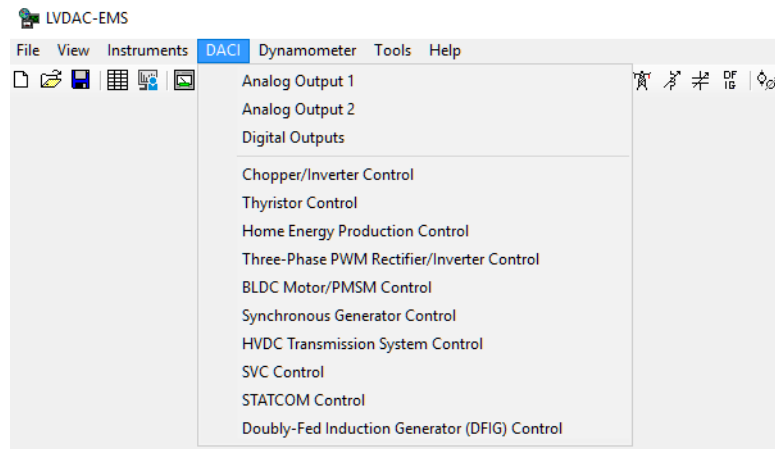


Figura 9: Para iniciar una función de control implementada con la DACI, debe seleccionarse la función en el menú DACI o hacer clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas.

- Tras iniciar una función de control aparece una ventana en la que el usuario puede seleccionar la función que desea implementar y ajustar sus parámetros.

Por ejemplo, la figura siguiente muestra la ventana de control que aparece al seleccionar la función Control de la producción doméstica de energía.

El panel Ajustes del control de esta ventana le permite al usuario seleccionar la función que desea implementar y ajustar los valores de los parámetros correspondientes de dicha función. Por ejemplo, en la figura siguiente la función que se ha seleccionado es Inversor autónomo monofásico. El valor de cada parámetro de esta función puede ajustarse haciendo clic en el nombre del parámetro e ingresando o seleccionando el valor deseado en el campo que está al lado del parámetro. La sección inferior del panel Ajustes del control muestra información sobre la función o el parámetro seleccionados.

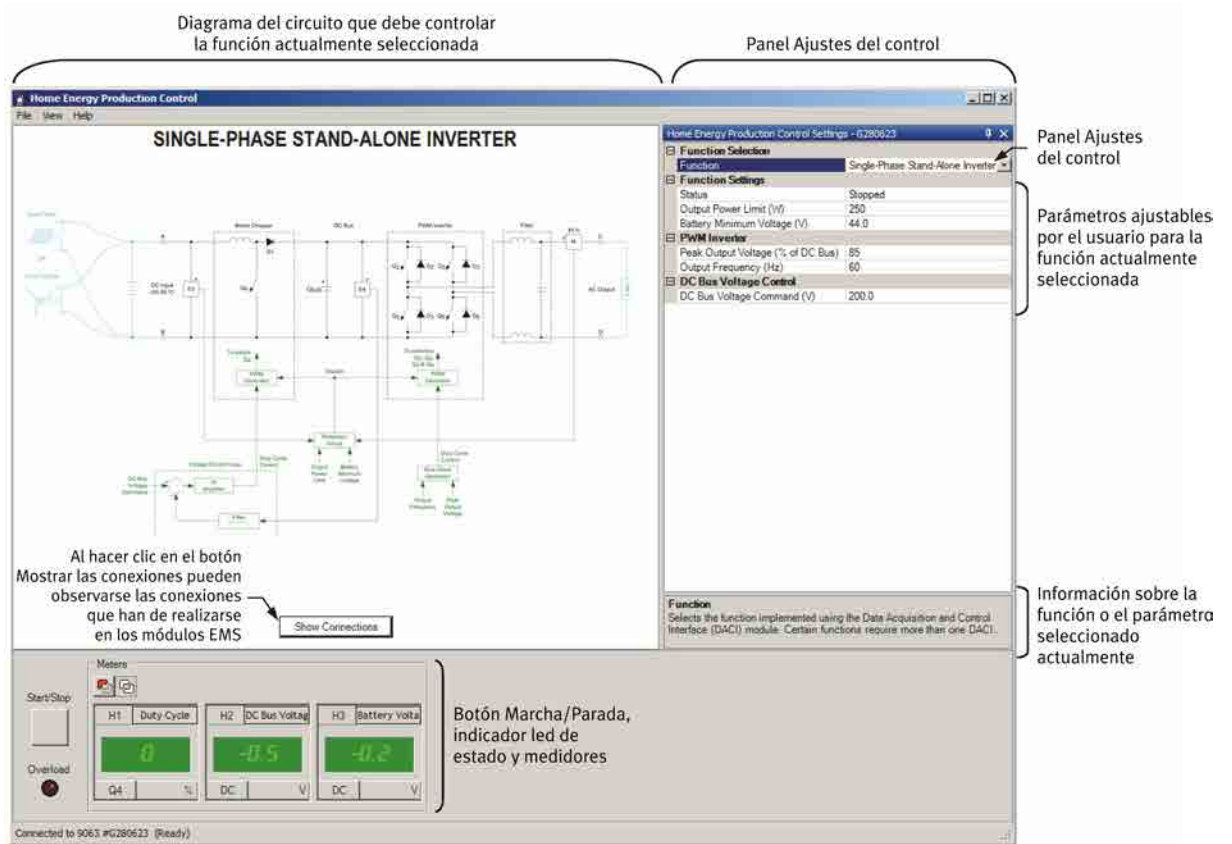


Figura 10: Ventana Control de producción de energía doméstica.

- La sección inferior de la ventana de control contiene un botón en marcha/parado que se emplea para activar y desactivar la función seleccionada. Esta sección también puede incluir aparatos adicionales, tales como medidores para monitorizar en tiempo real el valor de los parámetros, indicadores LED de estado, perillas de control para el ajuste manual de los valores de los parámetros, etc., dependiendo de la función seleccionada.

- Finalmente, la ventana de control muestra un diagrama del circuito eléctrico controlado por la función seleccionada en el panel Ajustes del control. Al hacer clic en el botón Mostrar las conexiones, debajo del diagrama, aparece la ventana Conexiones, que muestra las conexiones que deben realizarse en los módulos EMS al hacer el montaje de los equipos para implementar la función seleccionada (véase la figura siguiente). Las conexiones que muestra la ventana Mostrar conexiones corresponden a las que se representan solamente con líneas negras en el circuito eléctrico.

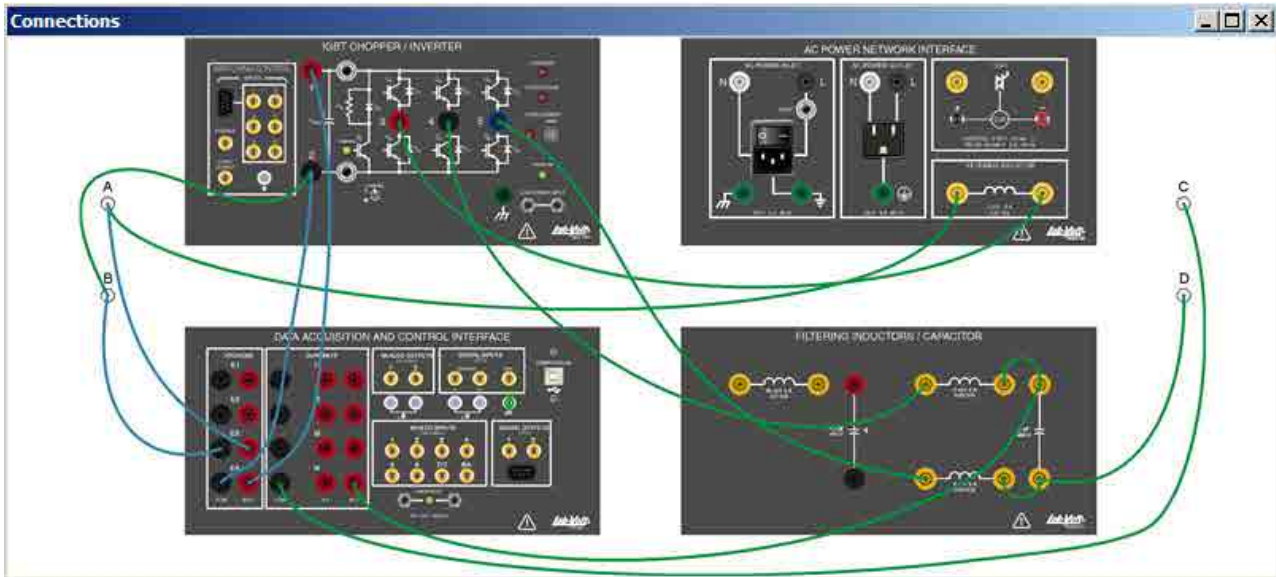


Figura 11: Ventana Conexiones que muestra las conexiones necesarias en los módulos EMS a fin de implementar la función Inversor autónomo monofásico.

- Es posible que para ciertas funciones en las que se emplea un controlador, haya un botón Mostrar el controlador, debajo del diagrama del circuito eléctrico que se muestra en la ventana de control. Al hacer clic en este botón aparece la ventana Controlador, que muestra la sección del controlador de la función. La figura siguiente muestra un ejemplo.

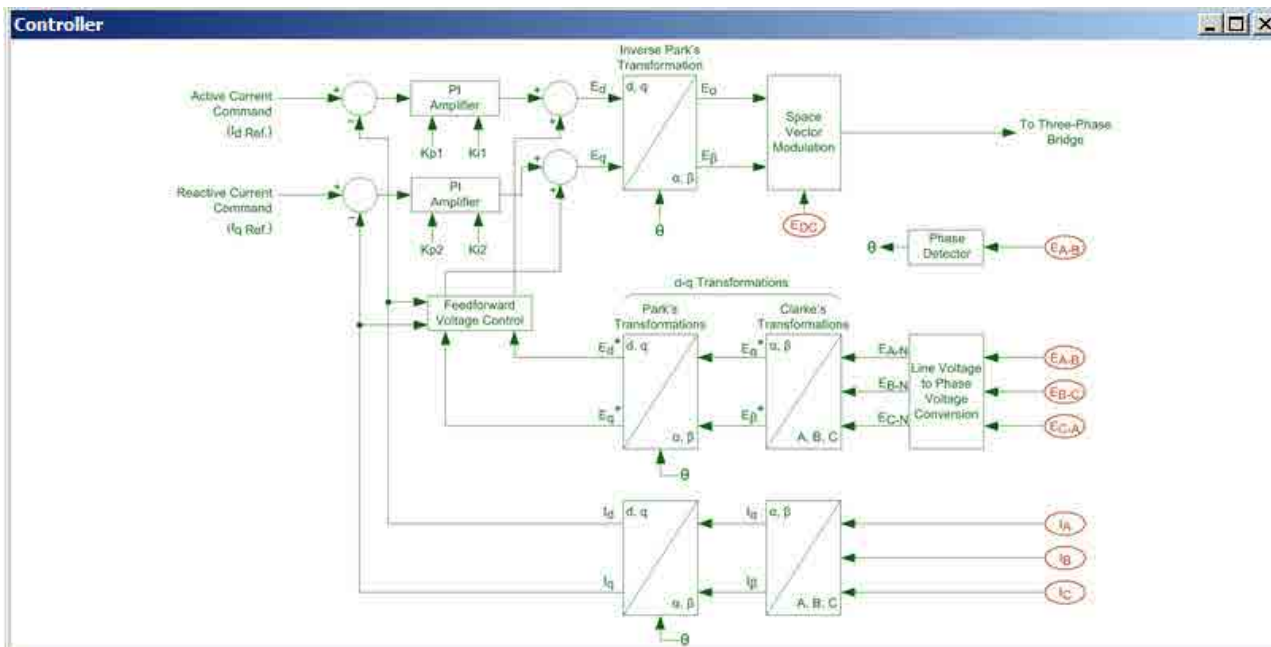


Figura 12: Ventana Controlador que muestra la sección del controlador del Rectificador/Inversor PWM trifásico.

14. Con las funciones avanzadas, como la función Generador hidroeléctrico (Bus inactivo - Carga equilibrada) disponible en la ventana Controlador del generador síncrono, pueden haber múltiples botones debajo del diagrama del circuito eléctrico, como se ve en la figura 13.

- Al hacer clic en el botón Muestra la AVR, aparece una ventana que muestra la sección Regulación automática de tensión del generador.
- Al hacer clic en el botón Muestra el Regulador de velocidad aparece una ventana que muestra la sección Regulador de velocidad del generador.
- Al hacer clic en el botón Muestra vista SCADA aparece una vista SCADA (la figura 14) del generador que contiene botones adicionales utilizados, entre otros, para arrancar y parar el emulador y el controlador del generador.

Consulte las secciones "Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, Modelo 8960" e "Interfaz de adquisición de datos y de control, Modelo 9063", en el Apéndice B para más información sobre los instrumentos y funciones de la DACI y del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes con LVDAC-EMS.

**Synchronous Generator Control**

**HYDROPOWER GENERATOR (DEAD BUS - BALANCED LOAD)**

Synchro-Check Relay Status Indicators: Start/Stop, Emax, Emin, ΔE, Δf, Δψ, ICB, tDead, SYNC.

Meters:

G1	G2	G3	G4
Gen. voltage	Gen. Frequency	Field Current	Firing Angle
7.1	655.3	-0.001	120.0
V	Hz	A	°

Connected to 9063 #G280623 (Ready)

**Synchronous Generator Control Settings - G280623**

- Function Selection**
  - Function: Hydropower Generator (Dead Bus)
- Function Settings**
  - Nominal Voltage ENom. (V): 208
  - Status: Stopped
- Synchro-Check Relay**
  - Live Bus Voltage Threshold EMax. (% ENom.): 90
  - Voltage Difference ΔE (% ENom.): 5.0
  - Frequency Difference Δf (Hz): 0.20
  - Phase Difference Δψ (°): 20
  - Circuit-Breaker Operate Time tCB. (s): 0.05
  - Relay Output: Normal
  - Dead Bus Voltage Threshold EMin. (% ENom.): 10
  - Dead Time tDead (s): 1.0
- Speed Governor**
  - Generator Speed Command (r/min): 1800
  - Speed Droop (% nSync): 5.0
  - Generator Acceleration (r/min/s): 30
  - Proportional Gain [Kp]: 20.00
  - Derivative Gain [Kd]: 40.00
- Automatic Voltage Regulator (AVR)**
  - Generator Voltage Command (V): 208.0
  - Voltage Droop (% ENom.): 5.0
  - Thyristor Bridge Firing Control Mode: Automatic
  - Minimum Firing Angle Limit αMin. (°): 40.0
  - Maximum Firing Angle Limit αMax. (°): 120.0
  - Proportional Gain [Kp]: 5.00
  - Integral Gain [Ki]: 20.00

Figura 13: Ventana Control del generador sincrónico, al seleccionar la función Generador hidroeléctrico (Bus inactivo - Carga equilibrada).

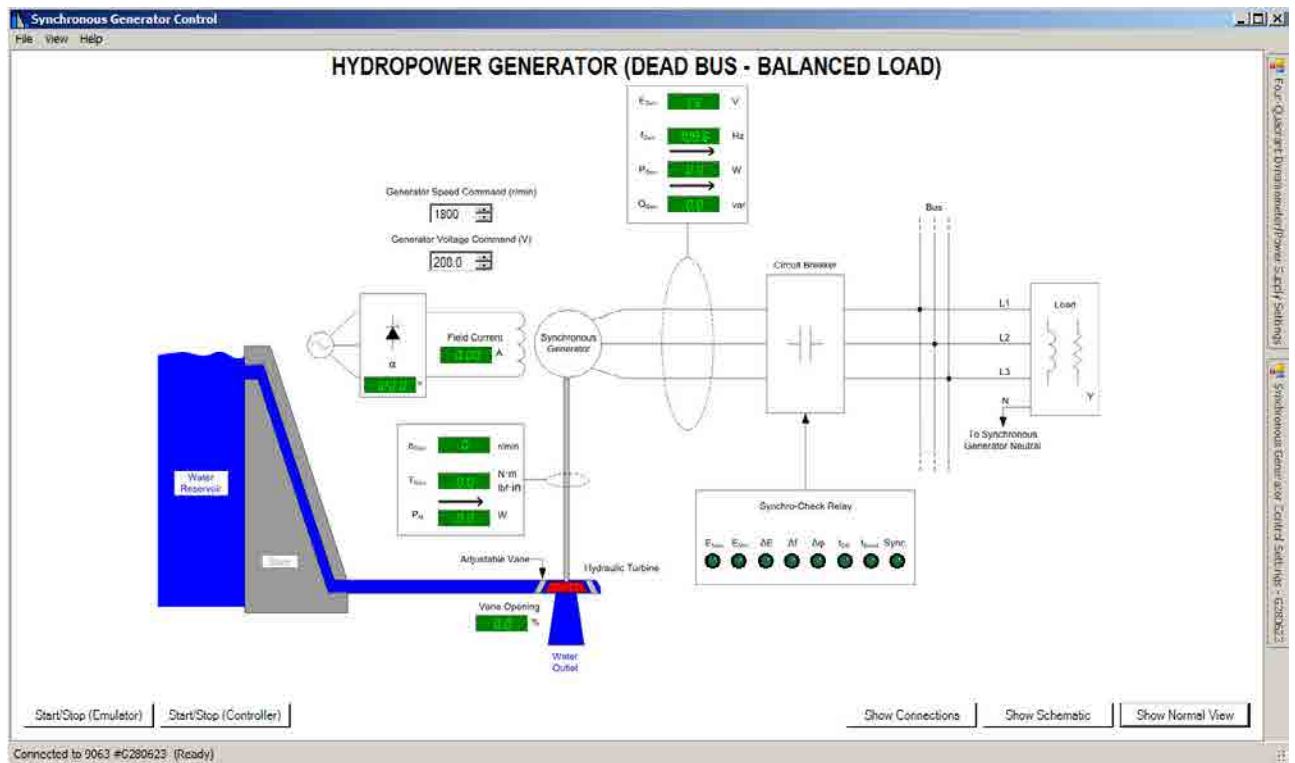


Figura 14: Vista SCADA de la función Generador hidroeléctrico (Bus inactivo - Carga equilibrada).



## Instalación de los equipos

Esta unidad proporciona directrices para instalar y utilizar de forma segura los puestos de trabajo de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

La figura siguiente muestra un puesto de trabajo, modelo 8134, que contiene tres módulos EMS pesados de tamaño completo (fila inferior), tres módulos EMS de tamaño medio (fila central) y tres pares de módulos EMS de tamaño medio apilados (fila superior). Dos barras de seguridad fijadas con candado al panel frontal del puesto de trabajo impiden que los estudiantes retiren los módulos EMS durante los ejercicios de laboratorio.



Figura 15: Puesto de trabajo, modelo 8134.

## Requisitos ambientales

El equipo está diseñado para instalarlo al interior y debe operarse bajo 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 (41°F y 104°F)
- una humedad relativa máxima del 80% para temperaturas de hasta 31°C (88°F), disminuyendo linealmente a 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 los niveles de la categoría II
- sobretensión temporal en la red de alimentación: 1500 V para redes de 120 V y 2500 V para redes de 230 V
- un grado 2 de contaminación, de acuerdo con 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 de superficie.

Asegúrese de que la ubicación elegida para instalar el equipo cumple con los requisitos ambientales enunciados anteriormente. Luego, siga las indicaciones de las secciones siguientes para la instalación y uso seguro del equipo.

## Directrices para la instalación y utilización de puestos de trabajo

Esta sección cubre la instalación y utilización de un puesto de trabajo. Es aplicable a los modelos siguientes:

- Puesto de trabajo, modelo 8134
- Puesto de trabajo de tres módulos, modelo 8131
- Puesto de trabajo móvil, modelo 8110
- Gabinete para módulos, modelo 8133
- A menos que se indique específicamente lo contrario, no utilice los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica junto con equipos de otros fabricantes.

	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	El uso de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica con equipos didácticos de otros fabricantes puede dañar los equipos y generar riesgo de lesiones.

- Es obligatorio que todos los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica estén instalados en uno de los puestos de trabajo indicados anteriormente.
- Cuando un puesto de trabajo deba anexarse a otro, utilice un cable de calibre 12-para interconectar entre sí los terminales del conductor de protección de ambos puestos de trabajo.

A continuación, compruebe con un óhmetro que existe continuidad eléctrica entre los terminales del conductor de protección de ambos puestos de trabajo. La figura siguiente muestra el terminal del conductor de protección de un puesto de trabajo.

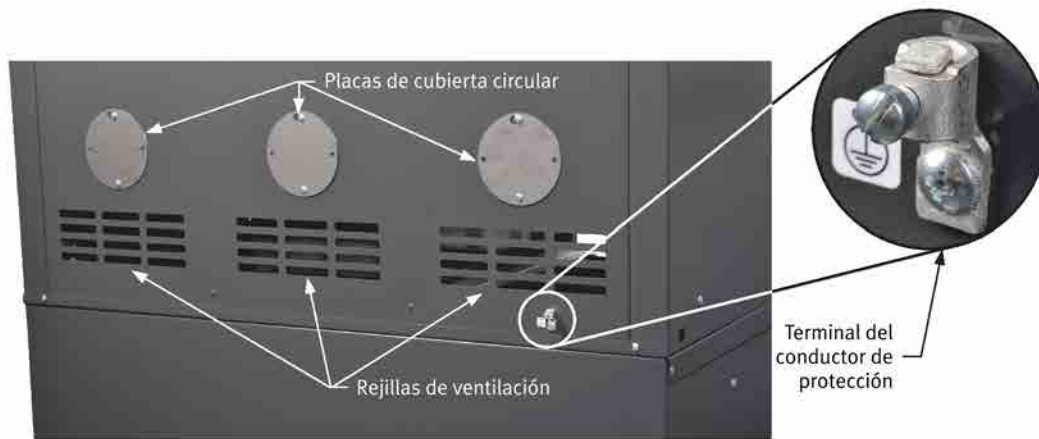


Figura 16: Vista trasera de un puesto de trabajo.

- Si utiliza un puesto de trabajo móvil, asegúrese de que sus cuatro ruedas giratorias estén bloqueadas siempre que el puesto de trabajo no se esté moviendo. Para bloquear una rueda, presione su freno de pie como muestran las dos figuras siguientes.

	<b>⚠ ATENCIÓN</b>
	Antes de instalar módulos EMS o equipos operativos en un puesto de trabajo móvil, asegúrese de que las cuatro ruedas estén bloqueadas. Al mover el puesto de trabajo, tenga cuidado de no pellizcarse las manos entre el puesto de trabajo y una pared.



Figura 17: Presione el freno de pie para bloquear la rueda giratoria.



Figura 18: Rueda en la condición de bloqueo.

- Si utiliza un puesto de trabajo de sobremesa, coloque el puesto de trabajo sobre un banco capaz de soportar el peso del puesto más el peso de todo equipo que vaya a instalarse en este. Consulte la tabla siguiente para conocer el peso que debe poder soportar el banco que soporta el puesto de trabajo según el modelo de este último. En esta tabla, se supone que cada módulo EMS de tamaño completo pesa unos 20 kg (44 lb).



	 <b>ATENCIÓN</b>
	<p>El banco sobre el que se coloca el puesto de trabajo debe ser lo suficientemente estable como para que el puesto de trabajo no se balancee cuando se inserte un módulo EMS.</p>



Tabla 5: Peso que debe poder soportar el banco utilizado para sostener el puesto de trabajo según el modelo del puesto.

Modelo del puesto de trabajo	Peso
8131	90 kg (200 lb)
8133	30 kg (67 lb)
8134	180 kg (400 lb)

- Asegúrese de que las rejillas de ventilación del puesto de trabajo no estén bloqueadas para garantizar una disipación eficaz del calor.

- Asegúrese de que el panel superior del puesto de trabajo esté completamente libre de todo módulo EMS, equipo u objeto para garantizar una disipación eficaz del calor.
- El puesto de trabajo tiene seis orificios circulares posteriores, cada uno protegido por una tapa metálica. Estos orificios permiten acceder al conector posterior de varios módulos del sistema. La tapa metálica de los tres orificios inferiores puede desenroscarse, mientras que la tapa metálica de los tres orificios superiores solo puede retirarse de forma permanente cortando los remaches.

Al instalar en el puesto de trabajo módulos EMS que tienen conector posterior, se recomienda enfáticamente colocar los módulos de manera que se utilicen los tres orificios inferiores. Retire la tapa metálica de los tres orificios superiores solo si su instalación requiere más de tres módulos con conector posterior.

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Antes de encender el sistema, asegúrese de que todos los orificios circulares posteriores no utilizados estén bien tapados. Dejar abierto un orificio circular posterior puede causar lesiones graves y generar riesgos de descarga eléctrica.

- Para instalar y retirar módulos EMS, consulte las subsecciones tituladas "Instalación de módulos EMS en un puesto de trabajo" y "Extracción de módulos EMS de un puesto de trabajo" en la Unidad de aprendizaje 4.

Los módulos EMS que disipan cantidades significativas de calor (como la Carga resistiva, modelo 8311 u 8509) deben instalarse lo más cerca posible de la parte superior del puesto de trabajo para una disipación óptima del calor. Asegúrese de que la cantidad total de calor disipado por todos los módulos EMS de un puesto de trabajo no supere la potencia nominal del puesto de trabajo para evitar daños en los equipos. En la tabla siguiente se indica la potencia nominal de cada modelo de puesto de trabajo.

<b>AVISO</b>
Asegúrese de que la cantidad total de calor disipado por todos los módulos EMS de un puesto de trabajo no supere la potencia nominal del puesto de trabajo para evitar daños en los equipos. En la tabla siguiente se indica la potencia nominal de cada modelo de puesto de trabajo.

**Tabla 6: Potencia nominal de varios modelos de puesto de trabajo.**

Modelo del puesto de trabajo	Potencia nominal
8131	500 W
8333	300 W
8134	500 W
8110	500 W

- Los módulos EMS pesados de tamaño completo (como motores y fuentes de alimentación) deben instalarse en un compartimento de altura completa en la sección inferior del puesto de trabajo.
- Los módulos EMS de tamaño medio que son pesados deben instalarse idealmente en compartimentos de altura media del puesto de trabajo. Cuando esto no es posible, se apila un módulo liviano de tamaño medio sobre un módulo pesado de tamaño medio, y el conjunto apilado se instala en un compartimento de altura completa del puesto de trabajo.



Los módulos EMS que son pesados se identifican mediante el símbolo que se muestra en la figura siguiente en su panel frontal. Este símbolo cumple las normas internacionales sobre símbolos de seguridad (ISO 3864).



**Figura 19: Símbolo utilizado para identificar los módulos pesados de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.**

- Si necesita instalar la Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063, y el Cortador/Inversor con IGBT, modelo 8837, en el Puesto de trabajo, asegúrese de que no estén colocados uno encima del otro. En vez de ello, se recomienda colocar estos módulos uno al lado del otro. Esto

minimiza la posibilidad de que el ruido electrónico de cualquiera de los módulos interfiera en el funcionamiento del otro módulo.

- Todos los compartimentos del puesto de trabajo deben contener un módulo EMS.



Inserte módulos EMS vacíos de tamaño completo, modelo 8160, módulos EMS vacíos de tamaño medio, modelo 8161, o módulos EMS no utilizados en el puesto de trabajo para rellenar los recintos vacíos.

	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	Asegúrese de que ningún compartimento del puesto de trabajo quede vacío para evitar que los estudiantes accedan a piezas rotativas maquinaria. De no evitarse esta situación, pueden producirse lesiones graves en las manos o en los brazos.

	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	Asegúrese de que ningún compartimento del puesto de trabajo quede vacío para impedir que los alumnos accedan a los componentes eléctricos y evitar así descargas eléctricas.

- Antes de encender la fuente de alimentación (para los modelos 8134, 8131 o 8110 del Puesto de trabajo), asegúrese de que las dos barras de seguridad están sujetas con candado al panel frontal del puesto de trabajo (véase la figura siguiente) para evitar que los estudiantes retiren los módulos EMS durante los ejercicios de laboratorio. Las barras de seguridad pueden retirarse y bloquearse con candado en el costado del puesto de trabajo cuando el bloqueo de seguridad no sea necesario.
- La directiva anterior no es aplicable al Puesto de trabajo, modelo 8133, ya que este no tiene barras de seguridad. Por lo tanto, si está utilizando el modelo 8133, realice el paso siguiente antes de encender la fuente de alimentación: asegúrese de que el módulo EMS esté completamente insertado en este puesto de trabajo y correctamente asegurado por el mecanismo de bloqueo situado en la parte inferior trasera de la carcasa del puesto de trabajo.
- La superficie de trabajo extraíble suministrada con el puesto de trabajo, modelo 8110, debe utilizarse únicamente para examinar el equipo y sostener libros y manuales mientras se realizan los ejercicios de laboratorio. El peso total del equipo colocado sobre el puesto de trabajo extraíble no debe superar 20 kg (44 lb).

- No empuje nunca la parte delantera o trasera del puesto de trabajo móvil, modelo 8110, ya que podría provocar el vuelco del puesto de trabajo.



Figura 20: Deben colocarse dos barras de seguridad con candado en la parte delantera del puesto de trabajo para evitar que los estudiantes retiren los módulos EMS durante los ejercicios de laboratorio. Las barras pueden retirarse y fijarse con candado al costado del puesto de trabajo cuando no sea necesario el bloqueo de seguridad.

## Ciberseguridad

Festo Didactic proporciona productos con funciones de seguridad que favorecen el funcionamiento seguro de instalaciones, sistemas, máquinas y redes. Sin embargo, la protección frente a amenazas cibernéticas requiere un concepto de seguridad integral y actualizado de forma periódica. Los productos y servicios de Festo representan solo una parte de dicha estrategia.

El cliente es responsable de evitar el acceso no autorizado a sus equipos y redes. Las conexiones a redes corporativas o a Internet solo deben realizarse cuando sea necesario y únicamente con medidas de seguridad adecuadas, como cortafuegos, segmentación de redes y estrategias de defensa en profundidad. Sin estas medidas, conectar productos a una red puede exponer vulnerabilidades que permitan el acceso remoto no autorizado, lo que podría afectar al sistema completo. Este acceso puede ser explotado para el robo de datos, manipulación o sabotaje. Entre las amenazas más comunes se encuentran los ataques de denegación de servicio (DoS), la ejecución remota de código, la escalada de privilegios, el ransomware y otras actividades maliciosas. En entornos industriales, estos ataques pueden generar condiciones peligrosas que pongan en riesgo a personas y equipos.

Los clientes deben seguir las directrices de seguridad de Festo y mantener sus productos actualizados. Festo mejora continuamente sus productos para reforzar la seguridad y recomienda encarecidamente instalar las actualizaciones sin demora.

Utilizar versiones obsoletas o sin soporte incrementa la exposición a amenazas cibernéticas.

Ayude a Festo a mantener la seguridad reportando incidentes de seguridad al equipo PSIRT (Product Security Incident Response Team) de Festo en alemán o inglés, por correo electrónico a [psirt@festo.com](mailto:psirt@festo.com) o mediante el formulario en línea en: <https://www.festo.com/psirt>.

 **ADVERTENCIA**

**Condiciones de funcionamiento no seguras debido a la manipulación del software**

- La manipulación del software (por ejemplo, virus, troyanos, malware, gusanos) puede generar condiciones de funcionamiento inseguras que pueden provocar lesiones graves o daños materiales.
- Mantenga su software actualizado.
- Integre todos los componentes de automatización y actuación en un concepto de seguridad industrial integral que cumpla con los estándares tecnológicos actuales.
- Asegúrese de que todos los productos instalados estén incluidos en su concepto de seguridad.
- Utilice herramientas de protección, como software antivirus, para analizar archivos en medios de almacenamiento extraíbles en busca de malware.

## Manipulación, instalación y extracción de módulos

Esta unidad proporciona directrices para garantizar que los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica se manipulen, instalen y retiren de forma segura. Existe riesgo de lesiones en la espalda, las manos y los pies al manipular, instalar o retirar estos módulos, sobre todo cuando son pesados. Los módulos EMS pesados de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica están identificados por el siguiente símbolo en su panel frontal, cumpliendo con las normas internacionales para símbolos de seguridad (ISO 3864):



Figura 21: Símbolo utilizado para identificar los módulos EMS pesados de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

### Manipulación de los módulos EMS

Para manipular los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica de forma segura, siga las directrices siguientes siempre que tenga que instalar un módulo EMS en un puesto de trabajo, retirar un módulo EMS de un puesto de trabajo, levantar un módulo EMS, transportar un módulo EMS, sostener un módulo EMS o depositar un módulo EMS.

- Antes de transportar un módulo EMS, evalúe su peso. Asegúrese de que puede levantar y transportar el módulo EMS hasta la ubicación deseada. Asegúrese de saber dónde va a colocar el módulo EMS. Asegúrese de que no haya obstáculos en su camino y de que el suelo no esté lleno de baches, obstruido o resbaladizo.

- Al transportar o sostener un módulo EMS, asegúrese de mantener un buen agarre del módulo. Mantenga el módulo EMS lo más cerca posible de la cintura para sujetarlo bien. Muévase lentamente mientras mantiene el cuerpo y los pies en una posición estable. Mantenga los hombros nivelados y gire girando los pies, NO la espalda. Nunca sujete el módulo con los brazos extendidos o lejos del cuerpo.

## **Instalación de módulos EMS en un puesto de trabajo**

### **Instalación de un módulo EMS de tamaño medio en un compartimento de altura media de un puesto de trabajo**

Los compartimentos de altura media de un puesto de trabajo pueden utilizarse para instalar módulos EMS de tamaño medio de peso ligero o pesado, tal como se indica a continuación (consulte la figura siguiente). Lo ideal es que los compartimentos de altura media se utilicen principalmente para instalar módulos de tamaño medio que sean pesados (como el Bloque de baterías de plomo, modelo 8802).

1. Mientras sujeta el módulo de tamaño medio por la parte inferior, con una mano en la parte delantera y la otra en la trasera, coloque la parte trasera del módulo en la parte inferior de la entrada del compartimento, como en (a).
2. Asegúrese de que los paneles laterales del módulo de tamaño medio estén alineados con los dos carriles de guía de la parte inferior del compartimento, como en (b).
3. Inserte el módulo de tamaño medio en el compartimento y presione la palanca de empuje situada en el lado derecho de la fila del compartimento para insertar completamente el módulo, como en (c) y (d).
4. Tire del panel frontal del módulo de tamaño medio para asegurarse de que el módulo está firmemente bloqueado en su lugar. El módulo no debe moverse.

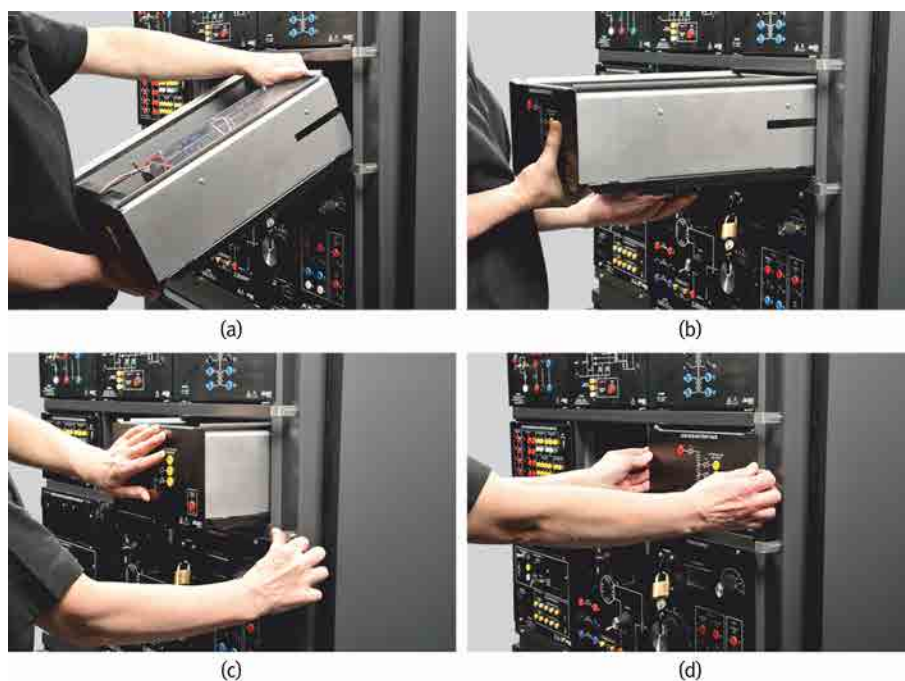


Figura 22: Instalación de un módulo EMS de tamaño medio en un compartimento de altura media de un puesto de trabajo.

### Instalación de dos módulos EMS de tamaño medio en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo

Los compartimentos de altura completa de un puesto de trabajo pueden utilizarse para instalar pares de módulos EMS de tamaño medio apilados, tal como se indica a continuación (consulte la figura siguiente). En ese caso, la sección inferior del compartimento de altura completa debe utilizarse para instalar el más pesado de los dos módulos (como un Bloque de baterías de plomo, modelo 8802, o una Fuente de alimentación de tamaño medio, modelo 8821), mientras que la sección superior del compartimento debe utilizarse para instalar el módulo más ligero.

1. En primer lugar, instale el más pesado de los dos módulos de tamaño medio en la parte inferior del compartimento de altura completa, como en (a) y (b).
2. A continuación, instale el módulo más ligero de los dos de tamaño medio sobre el módulo más pesado deslizándolo hasta el fondo del compartimento de altura completa, como en (c) y (d).
3. Tire del panel frontal de ambos módulos de tamaño medio para asegurarse de que los módulos estén firmemente bloqueados en su lugar. Los módulos no deben moverse.



Figura 23: Instalación de una pila de dos módulos EMS de tamaño medio en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo.

### Instalación de un módulo EMS de tamaño completo en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo

1. Los compartimentos de altura completa de un puesto de trabajo también se utilizan para instalar módulos EMS de tamaño completo, como se indica a continuación (consulte la figura siguiente).





Cuando se utiliza el Puesto de trabajo modelo 8134 o modelo 8110, los compartimentos de altura completa de la parte inferior del puesto de trabajo se reservan normalmente para los módulos EMS siguientes: el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, las máquinas rotativas y las fuentes de alimentación. Por lo tanto, instale estos módulos (cuando se utilicen) en la parte inferior del puesto de trabajo, siguiendo el procedimiento general que se indica a continuación, y después consulte las subsecciones siguientes para obtener información específica sobre cómo completar su instalación.



Cuando el módulo EMS que se va a instalar es una máquina rotativa que se va a acoplar mecánicamente a un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, instale la máquina rotativa en el lado derecho del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, para permitir el acoplamiento de estas máquinas.

2. Si el panel frontal del módulo se puede abrir y cerrar, asegúrese de que está cerrado y firmemente asegurado en su lugar por sus botones de bloqueo.

 <b>ADVERTENCIA</b>	
	Para evitar el riesgo de descargas eléctricas y lesiones causadas por tocar componentes eléctricos o piezas rotativas de las máquinas, el panel frontal de toda máquina rotativa debe permanecer cerrado y firmemente asegurado en su lugar mediante sus botones de bloqueo siempre que la máquina esté encendida y sus piezas rotativas no se hayan detenido por completo.

3. Antes de instalar un módulo de tamaño completo en el puesto de trabajo, evalúe el peso del módulo para asegurarse de que tiene la fuerza suficiente para moverlo hasta el compartimento de altura completa en el que desea instalarlo. (Si es necesario, pida ayuda).
4. Sujete firmemente el módulo con ambas manos y coloque la base de este en la parte inferior de la entrada del compartimento. Asegúrese de que la base del módulo esté alineada con los dos rieles de guía de la parte inferior del compartimento, como en (a).
5. Introduzca el módulo en el compartimento de altura completa, como en (b) y (c). Presione la palanca de empuje situada en el lado derecho de la fila de compartimentos para introducir completamente el módulo, como en (d).



En el Puesto de trabajo modelo 8133 no hay palancas de empuje. En su lugar, un mecanismo de bloqueo especial situado en la parte inferior trasera del gabinete del puesto de trabajo (véase la figura siguiente) fija automáticamente el módulo EMS al puesto de trabajo cuando el módulo está completamente insertado. Por lo tanto, cuando utilice el Puesto de trabajo modelo 8133, inserte el módulo EMS como se muestra en la figura y, a continuación, vaya al paso siguiente de este procedimiento.

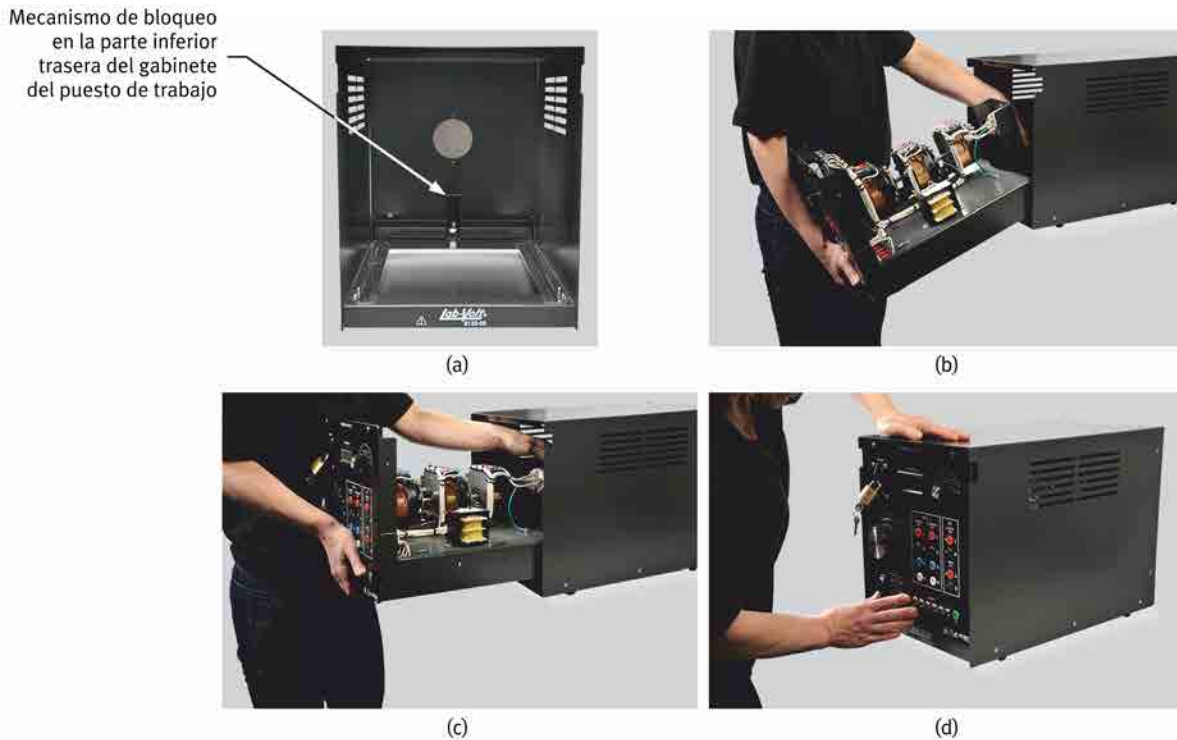




Figura 24: Con el Puesto de trabajo, modelo 8133, un mecanismo de bloqueo especial situado en la parte inferior trasera del gabinete del puesto de trabajo fija automáticamente el módulo EMS al puesto de trabajo cuando el módulo está completamente insertado.

6. Tire del panel frontal del módulo para asegurarse de que este está firmemente bloqueado en su lugar. El módulo no debe moverse.
7. Bloquee la placa circular situada en la parte trasera del compartimento en el que está instalado el módulo para cubrir la abertura del compartimento, como en (e) y (f). Ignore esta directiva si el módulo (como una fuente de alimentación) tiene una entrada de alimentación ca que debe conectarse a la red de alimentación ca desde el panel posterior del puesto de trabajo.

 <b>ADVERTENCIA</b>	
	<p>Para evitar el riesgo de descargas eléctricas, no retire ni gire las placas circulares que cubren las aberturas de la parte posterior de los compartimentos, a menos que sea necesaria la conexión a un módulo a través del panel posterior del puesto de trabajo (como cuando se conecta un módulo de alimentación a la red de alimentación ca).</p>

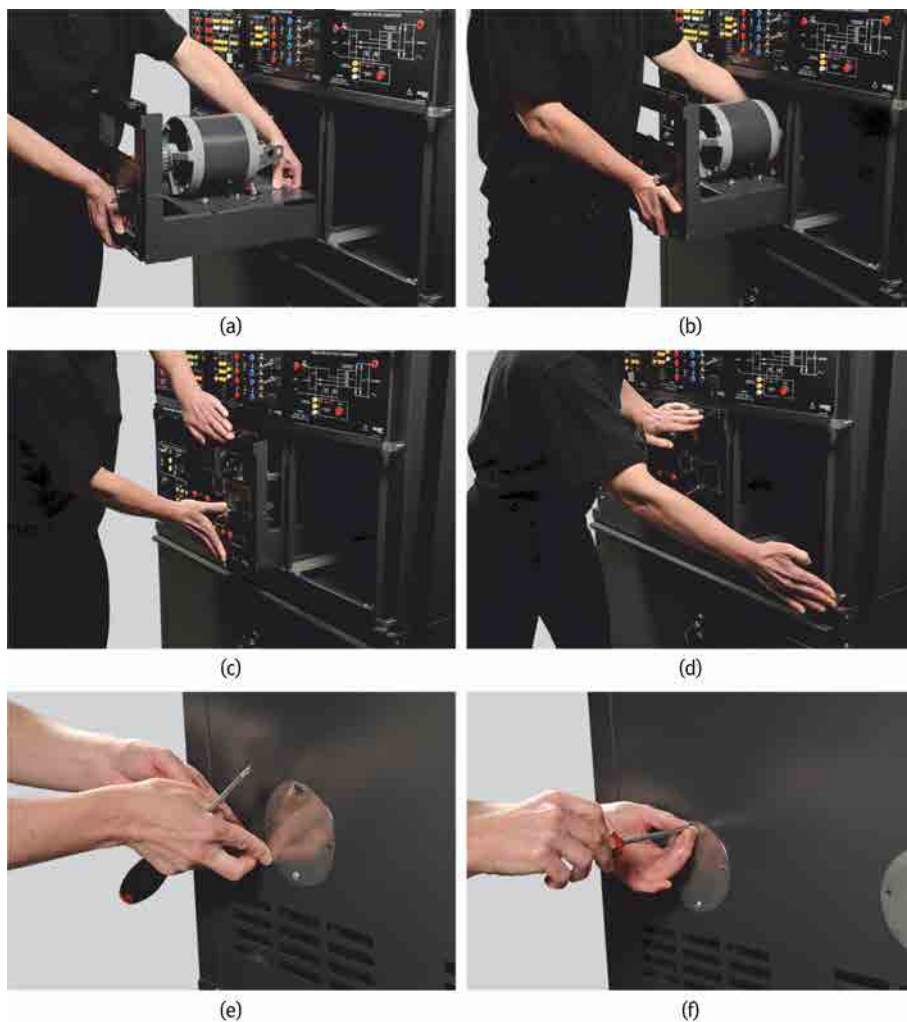


Figura 25: Instalación de un módulo EMS de tamaño completo en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo.

### Instalación de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, en un puesto de trabajo

Instale el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, en un compartimento de altura completa en la parte inferior del puesto de trabajo, como se indica en la subsección anterior, "Instalación de un módulo EMS de tamaño completo en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo".

Una vez instalado el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes en el puesto de trabajo, utilice un óhmetro para verificar la conexión del terminal de tierra de este módulo, tal como se indica a continuación (consulte la figura siguiente).



Si se va a acoplar mecánicamente una máquina rotativa al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, instale el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes en el lado izquierdo de la máquina

rotativa para permitir el acoplamiento de la máquina. La subsección titulada "Acoplamiento mecánico de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS" explica cómo acoplar una máquina rotativa al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, una vez que estos módulos se han instalado correctamente.

1. Conecte una de las sondas del óhmetro al terminal de tierra del conector Alimentación del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, como se indica en (a).
2. Coloque la otra sonda del óhmetro en un riel metálico del puesto de trabajo, como en (b). La lectura del óhmetro debe indicar una resistencia nula (aproximadamente  $0 \Omega$ ), como en (c).

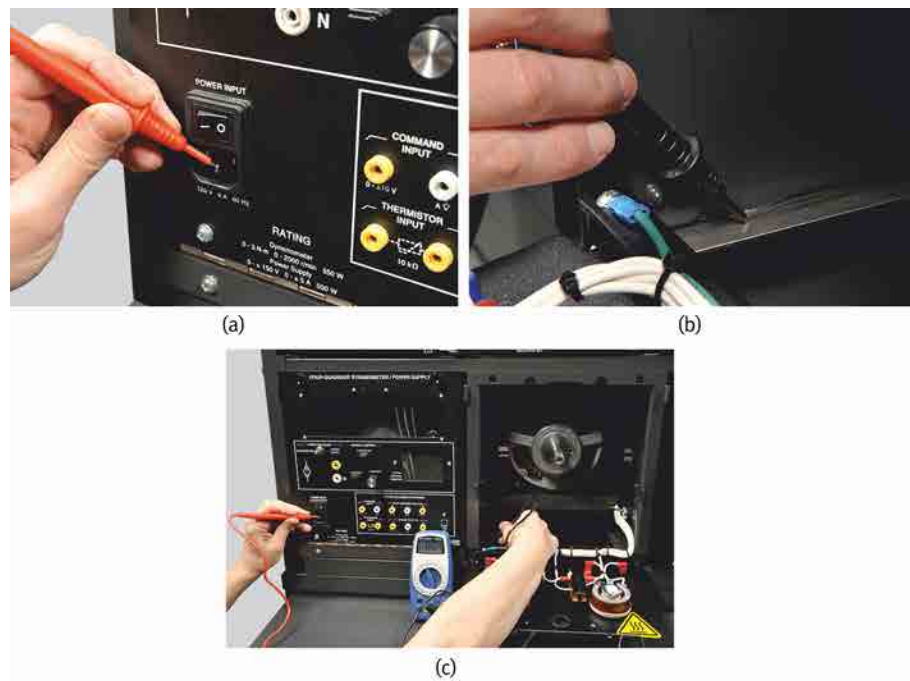


Figura 26: Verificación de la conexión del terminal de tierra del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960.



### Instalación de una máquina rotativa EMS en un puesto de trabajo

Instale cualquier máquina rotativa EMS en un compartimento de altura completa en la parte inferior del puesto de trabajo, tal como se indica en la subsección titulada "Instalación de un módulo EMS de tamaño completo en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo". A continuación, realice el procedimiento siguiente para completar la instalación (consulte la figura siguiente).



Cuando se va a acoplar mecánicamente una máquina rotativa EMS a un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, debe instalarse en el lado derecho del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes para permitir el acoplamiento de la máquina.

1. Para acoplar la máquina rotativa EMS a un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, consulte la subsección siguiente, titulada "Acoplamiento mecánico de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS".
2. Para instalar un volante de inercia en el eje de la máquina rotativa EMS, realice los pasos siguientes.
  - Afloje la perilla en cruz del volante de inercia hasta que su tornillo de sujeción quede fuera del cubo, como en (a) y (b).
  - Coloque el volante cerca del eje de la máquina rotativa. Alinee el pasador del volante con el orificio de la polea dentada de la máquina rotativa, como en (c).
  - Deslice el cubo del volante sobre el eje de la máquina rotativa hasta que el pasador del volante entre completamente en el agujero de la polea dentada. El volante de inercia debe apoyarse en la polea dentada, como en (d), (e), y (f).
  - Apriete firmemente la perilla en cruz del volante de inercia, como en (f).

	 <b>ATENCIÓN</b>
	Asegúrese de que el volante de inercia esté correctamente instalado para evitar posibles daños al equipo, en caso de que el volante de inercia se afloje alguna vez.

3. Si la máquina rotativa EMS tiene un orificio en su panel frontal que brinda acceso al eje de la máquina, instale la tapa de plástico utilizada para cubrir el extremo del eje (véase la figura 28). Ignore esta directiva si el ejercicio de laboratorio por realizar requiere que usted acople un accesorio al eje de la máquina (como el Sensor de velocidad/Tacómetro, modelo 8931).



Figura 27: Instalación de un volante de inercia en el eje de una máquina rotativa EMS.

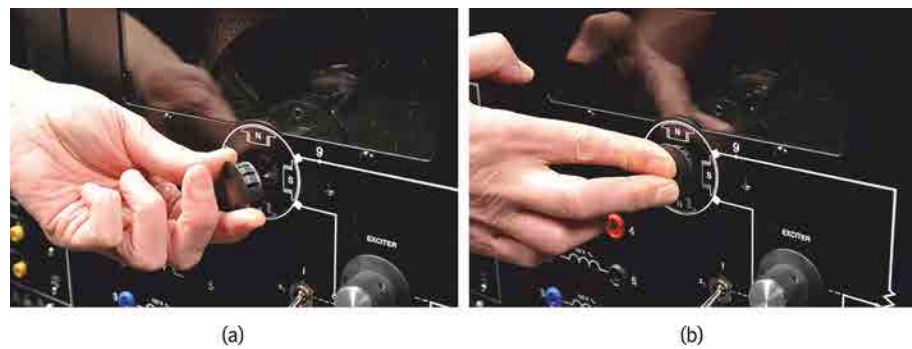



Figura 28: Instalación de la tapa de plástico que cubre el extremo del eje de la máquina.

## Acoplamiento mecánico de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS

Realice el siguiente procedimiento para acoplar mecánicamente un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS, con una Correa de distribución, modelo 8942 (consulte la figura 29 y la figura 30). La figura 31 muestra las poleas dentadas de estas dos máquinas cuando están correctamente acopladas con la correa.

1. Asegúrese de que no hay corriente aplicada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes:
  - Asegúrese de que el interruptor de alimentación principal del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes esté en la posición 0 (apagado), como en (a).
  - Desconecte el cable de alimentación ca del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes del conector Alimentación de este módulo, como en (b).

	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	Antes de acoplar máquinas rotativas, es muy importante asegurarse de que la alimentación esté apagada para evitar la puesta en marcha accidental de dichas máquinas. De no evitarse esta situación, pueden producirse lesiones graves en las manos o en los brazos.

2. Desbloquee los paneles frontales del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de la máquina rotativa colocando sus botones de bloqueo giratorios en la posición de desbloqueo. Abra los paneles frontales de ambos módulos, como en (c) y (d).
3. Instale un extremo de la Correa de distribución, modelo 8942, alrededor de la polea dentada de la máquina rotativa, como en (e) y (f).
4. Haga pasar la correa de distribución sobre uno de los dos rodamientos de bolas del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, como en (g). Instale el otro extremo de la correa de distribución alrededor de la polea dentada del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, como en (h). A continuación, presione ligeramente la correa y hágala pasar por ambos rodamientos de bolas, como en (i) y (j).

5. Asegúrese de que la correa de distribución esté correctamente instalada. La anchura central de la correa debe estar alineada con las ranuras de los rodamientos de bolas, como en (k). La correa no debe asentarse en los bordes izquierdo o derecho de los rodamientos de bolas.
  
6. Gire manualmente las poleas dentadas del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de la máquina rotativa, como en (l), y asegúrese de que la correa de distribución se desplaza suavemente y de que se mantiene tensa. La anchura central de la correa debe permanecer alineada con las ranuras de los rodamientos de bolas.
  
7. Cierre los paneles frontales del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de la máquina rotativa. Fije firmemente los paneles frontales de ambos módulos colocando sus botones de bloqueo giratorios en la posición de bloqueo, como en (m). Los paneles frontales del Dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de la máquina rotativa deben permanecer cerrados en todo momento cuando estas máquinas estén encendidas para evitar el riesgo de lesiones graves causadas por descargas eléctricas y por tocar piezas rotativas de la máquina.
  
8. Vuelva a conectar el cable de alimentación ca del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes al conector Alimentación de este módulo, como en (n).

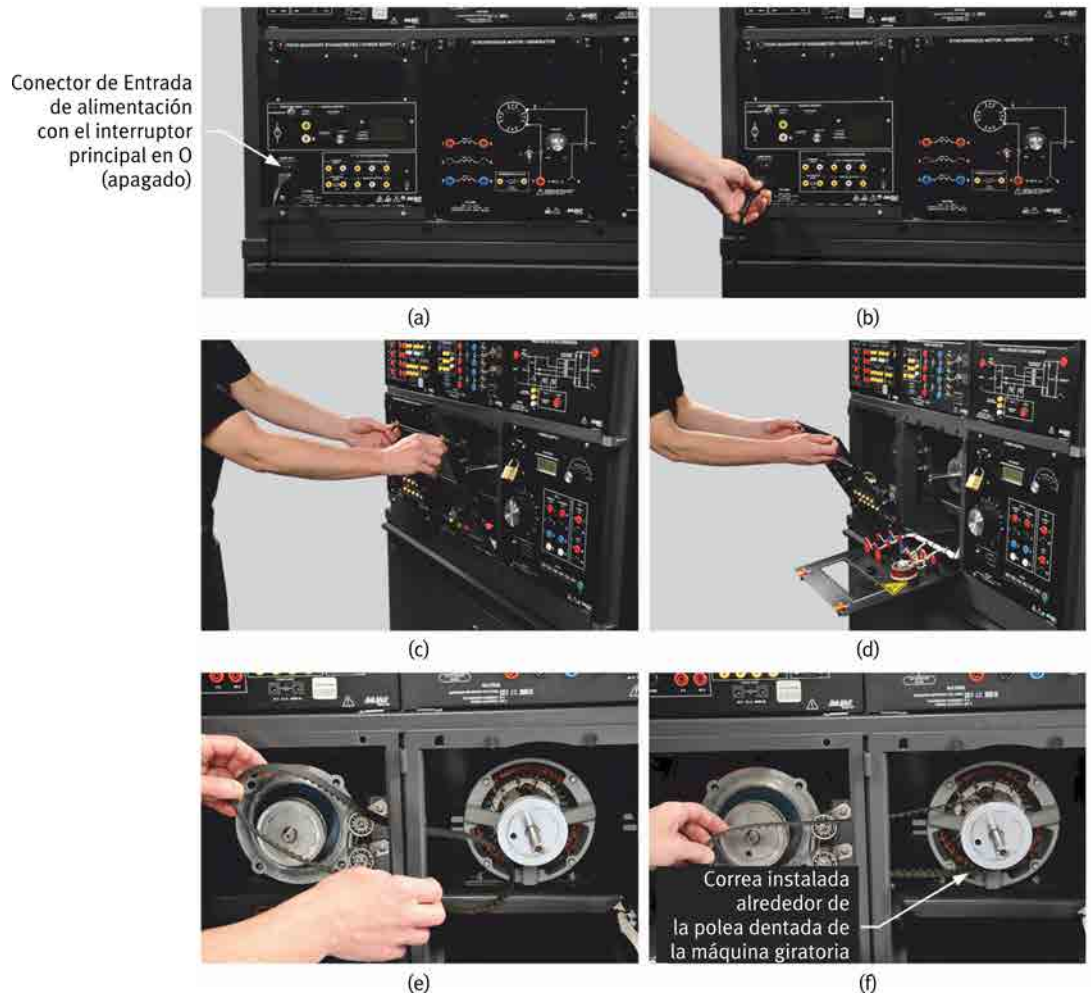


Figura 29: Acoplamiento mecánico de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS (parte 1).

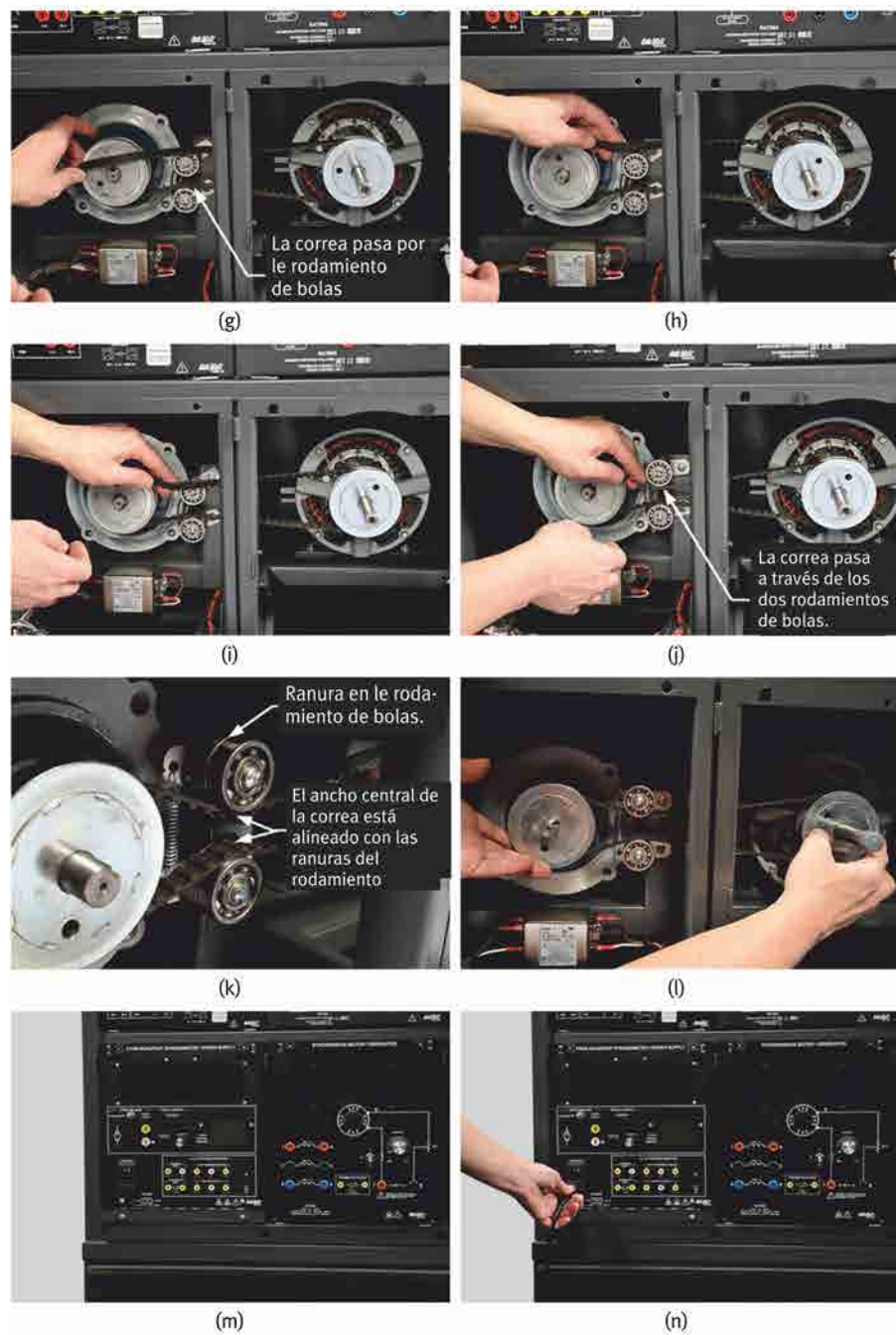


Figura 30: Acoplamiento mecánico de un Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a una máquina rotativa EMS (parte 2).

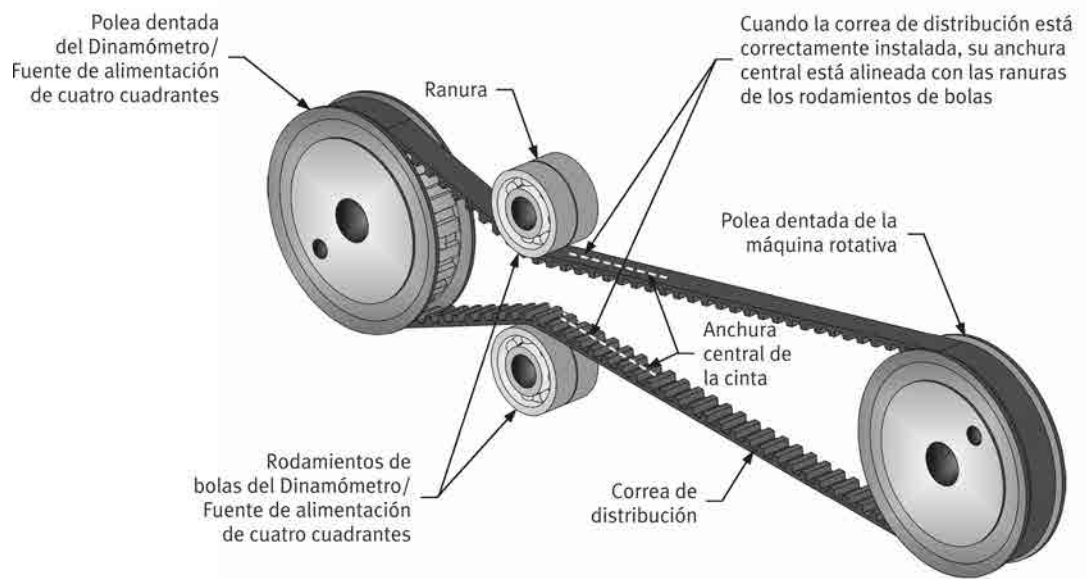


Figura 31: Dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, acoplado mecánicamente a una máquina rotativa EMS con una Correa de distribución, modelo 8942.


### Instalación de una fuente de alimentación en un puesto de trabajo

Para instalar una fuente de alimentación, utilice un compartimento de altura completa en la parte inferior del puesto de trabajo, tal como se indica en la subsección titulada "Instalación de un módulo EMS de tamaño completo en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo". A continuación, realice el procedimiento siguiente para completar la instalación.



Si utiliza la Fuente de alimentación, modelo 8823, que es un módulo EMS de tamaño medio, instálela en la parte inferior de un compartimento de altura completa del puesto de trabajo, tal como se indica en la subsección titulada "Instalación de dos módulos EMS de tamaño medio en un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo". A continuación, realice el procedimiento siguiente para completar la instalación.

1. Asegúrese de que el interruptor principal de la Fuente de alimentación esté en la posición de apagado (O). Asegúrese de que el candado de seguridad del interruptor principal está instalado y bloqueado (véase la figura siguiente). Antes de realizar cualquier conexión eléctrica, asegúrese siempre de que la fuente de alimentación esté desconectada para evitar el riesgo de descargas eléctricas.

	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	Antes de realizar cualquier conexión eléctrica, asegúrese siempre de que la fuente de alimentación esté desconectada para evitar el riesgo de descargas eléctricas.

Interruptor principal apagado (0) con candado de seguridad instalado y cerrado



Fuente de alimentación modelo 8821-2 (módulo de tamaño completo)



Fuente de alimentación modelo 8823 (módulo de tamaño medio)

Figura 32: En la fuente de alimentación, asegúrese de que el interruptor principal esté en la posición 0 (apagado). Asegúrese también de que el candado de seguridad del interruptor principal esté instalado y bloqueado.

2. Verifique la conexión del terminal de tierra de la fuente de alimentación con un óhmetro (véase la figura siguiente). Para ello, conecte una de las sondas del óhmetro al terminal de tierra de la fuente de alimentación. Conecte la otra sonda del óhmetro a un riel metálico del puesto de trabajo. La lectura del óhmetro debe indicar una resistencia nula (aproximadamente 0 Ω).


	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	Asegúrese de que existe continuidad eléctrica entre el terminal de tierra del módulo de fuente de alimentación y la estructura metálica del puesto de trabajo antes de conectar la fuente de alimentación a la red ca. Esto evita el riesgo de descargas eléctricas causadas por tocar un equipo que no está correctamente conectado a tierra.



Figura 33: Verificación de la conexión del terminal de tierra de la fuente de alimentación con un óhmetro.

3. En el panel posterior del puesto de trabajo, gire la placa de cubierta circular del compartimento que da acceso a la entrada de alimentación ca de la fuente de alimentación, como en (a) y (b) de la figura siguiente.
4. Conecte el cable de alimentación ca suministrado con la fuente de alimentación a la entrada de alimentación ca de la fuente de alimentación, como en (c) y (d) de la figura siguiente. A continuación, conecte el otro extremo del cable de alimentación ca a una toma de corriente trifásica mural alimentada por una red de alimentación ca que cumpla los requisitos indicados en la Unidad de aprendizaje 2.

### AVISO

Para conectar la fuente de alimentación a la red eléctrica ca, utilice siempre el cable de alimentación ca suministrado con la fuente de alimentación. De no hacerlo, pueden ocasionarse daños a la fuente de alimentación.

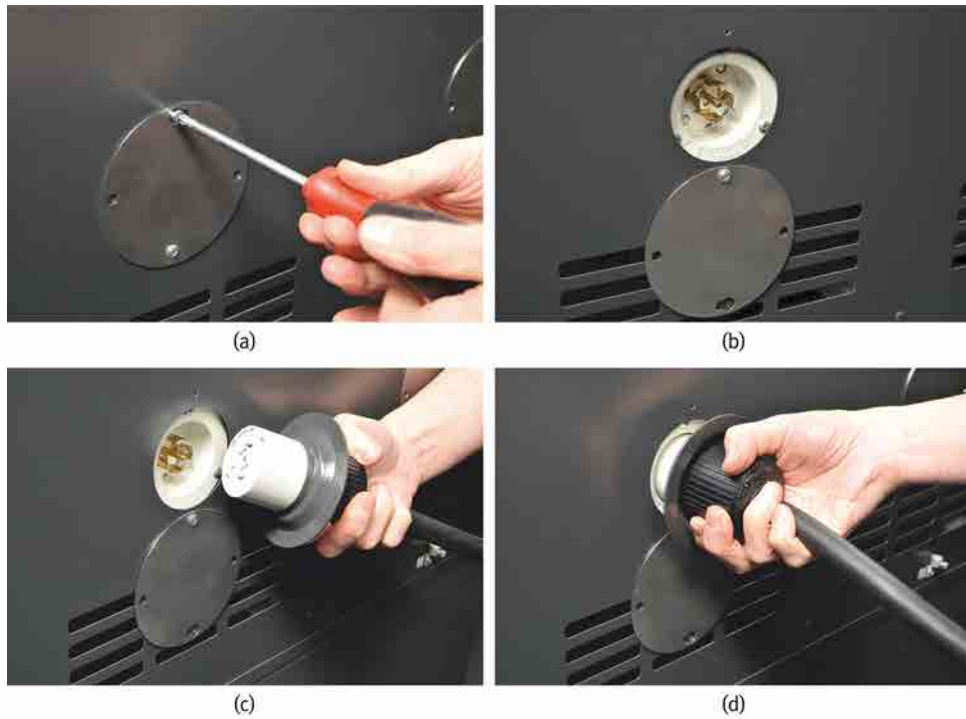


Figura 34: Conexión del cable de alimentación ca suministrado con la fuente de alimentación a la entrada ca de la fuente.

5. Realice las comprobaciones indicadas en el Apéndice A de la presente guía del usuario para asegurarse de que la red de alimentación ca esté correctamente cableada en su edificio.

### AVISO

Se deben realizar las verificaciones enumeradas en el Apéndice A para garantizar que los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica estén correctamente alimentados por la fuente de alimentación. De no hacerlo, pueden ocasionarse daños al equipo.

### Extracción de un módulo EMS de altura media de un compartimento de altura media de un puesto de trabajo

Si el módulo EMS que desea extraer se encuentra en un compartimento situado en el lado derecho o izquierdo de una fila de altura media, siga los pasos que se indican a continuación para extraerlo (consulte la figura siguiente).

1. Mientras presiona la palanca de empuje en el lado derecho de la fila del compartimento, tire del panel frontal del módulo, como en (a) y (b), para desenganchar el módulo del compartimento.

2. Retire el módulo de tamaño medio del puesto de trabajo mientras sujeta el módulo por la parte inferior, con una mano en la parte delantera y la otra en la trasera, como en (c) y (d).
3. Vuelva a colocar el módulo en su lugar de almacenamiento, teniendo cuidado de no dejarlo caer.

Cuando el módulo por retirar se encuentra en el compartimento central de una fila de altura media, retire primero el módulo por su lado derecho o izquierdo, tal y como se ha indicado anteriormente. A continuación, extraiga el módulo del compartimento central como se ha indicado anteriormente.

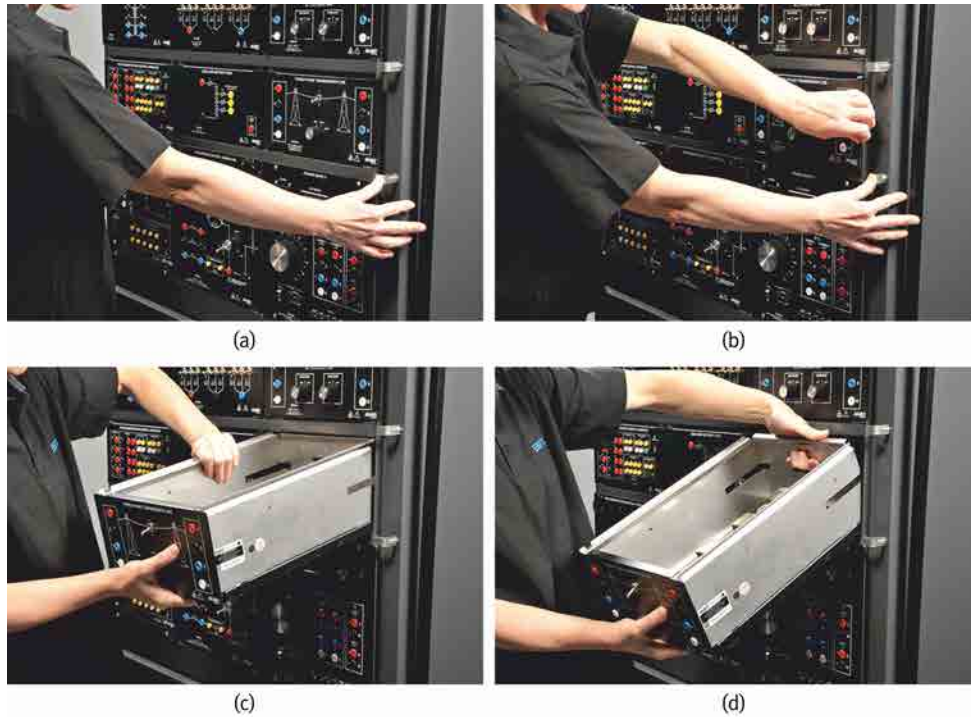




Figura 35: Extracción de un módulo EMS de altura media de un compartimento de altura media de un puesto de trabajo.

### Extracción de una pila de dos módulos EMS de tamaño medio de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo

Si la pila de módulos EMS que desea retirar se encuentra en un compartimento situado a la derecha o a la izquierda de una fila de altura completa, siga los pasos que se indican a continuación para retirarlos (consulte la figura siguiente).

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p>Cuando retire una pila de módulos EMS, retire primero el módulo superior (más ligero) y, a continuación, retire el módulo inferior (más pesado). No desmonte nunca los dos módulos al mismo tiempo. De no evitarse esta situación, pueden producirse lesiones graves en las manos o en los brazos.</p>

1. Mientras presiona la palanca de empuje en el lado derecho de la fila de compartimentos, tire de los paneles frontales de ambos módulos apilados para desengancharlos del puesto de trabajo, y retire los módulos solo parcialmente, como en (a) y (b).
2. Coloque las manos a ambos lados del panel frontal del módulo superior, como en (c), e incline ligeramente este módulo hacia arriba para desengancharlo del módulo inferior. Retire el módulo superior del puesto de trabajo, como en (d) y (e).
3. Retire el módulo inferior (más pesado) del puesto de trabajo mientras sujeta el módulo por la parte inferior, con una mano en la parte delantera y la otra en la trasera, como en (f).

Cuando la pila de módulos EMS por retirar se encuentra en el compartimento central de una fila de altura completa, retire primero los módulos de su lado derecho o izquierdo, tal y como se ha indicado anteriormente. A continuación, retire la pila de módulos del compartimento central como se ha indicado anteriormente.

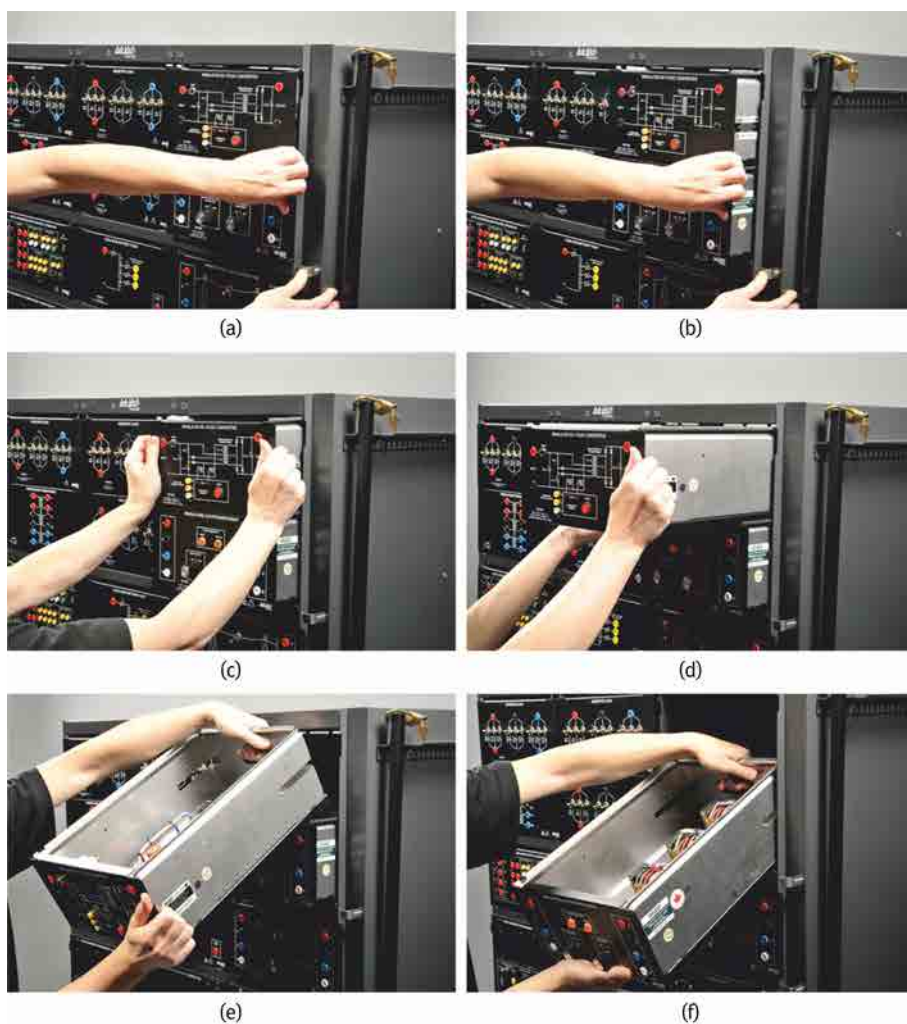




Figura 36: Extracción de una pila de dos módulos EMS de tamaño medio de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo.

### Extracción de una máquina rotativa EMS de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo

Realice los pasos siguientes para retirar una máquina rotativa EMS del puesto de trabajo (consulte las dos figuras siguientes). Se supone que la máquina rotativa que se debe retirar (en este caso, el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960) está acoplada a otra máquina rotativa, con una Correa de distribución, modelo 8942.

1. Asegúrese de que no hay corriente aplicada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes:

- Asegúrese de que el interruptor de alimentación principal del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes esté en la posición 0 (apagado), como en (a).
- Desconecte el cable de alimentación ca del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes del conector Alimentación de este módulo, como en (b).

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p>Antes de instalar o retirar la Correa de distribución, asegúrese de que la alimentación esté desconectada para evitar la puesta en marcha accidental de alguna máquina rotativa. De no evitarse esta situación, pueden producirse lesiones graves en las manos o en los brazos.</p>

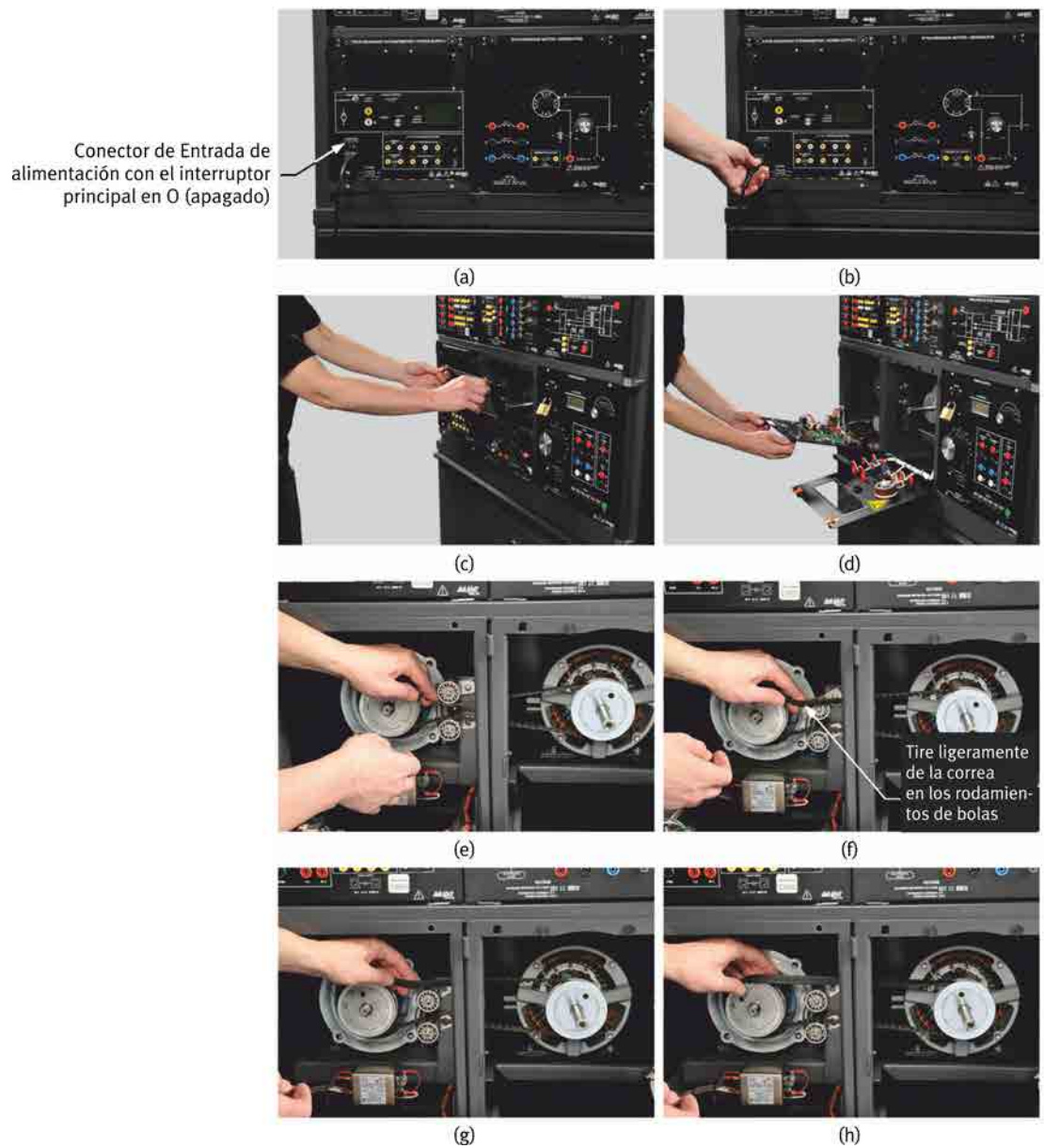


Figura 37: Extracción de una máquina rotativa EMS acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo (parte 1).

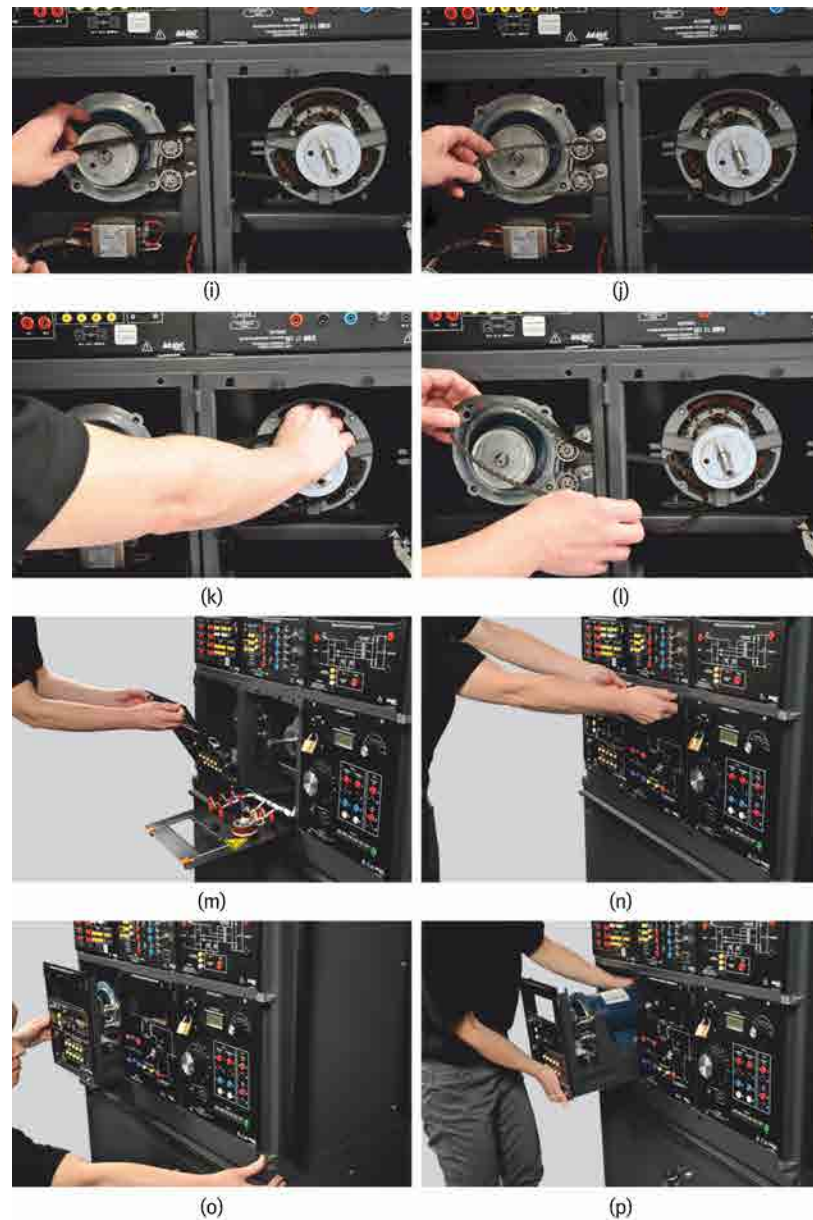


Figura 38: Extracción de una máquina rotativa EMS acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo (parte 2).

2. Desbloquee los paneles frontales de la máquina rotativa y del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes colocando sus botones de bloqueo giratorios en la posición de desbloqueo. Abra los paneles frontales de ambos módulos, como en (c) y (d).
3. Tire ligeramente hacia fuera de la correa en los rodamientos de bolas y retírela de la polea dentada del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, como en (e), (f), (g), (h), (i) y (j).

4. Retire el otro extremo de la correa de la polea dentada de la máquina rotativa, como en (k) y (l).
5. Cierre los paneles frontales del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de la máquina rotativa, como en (m) y (n). Fije firmemente los paneles frontales de ambos módulos colocando sus botones de bloqueo giratorios en la posición de bloqueo.
6. Mientras presiona la palanca de empuje situada en el lado derecho de la fila que contiene la máquina, tire del panel frontal de la máquina para desengancharla del compartimento. Retire la máquina del puesto de trabajo, como en (o) y (p).

### **Extracción de una fuente de alimentación de un puesto de trabajo**

Retire una fuente de alimentación del puesto de trabajo como se indica a continuación.

1. Asegúrese de que el interruptor principal de alimentación de la fuente de alimentación esté en la posición O (apagado) y que el candado de seguridad de dicho interruptor esté instalado y bloqueado en su lugar, como en (a).
2. Desconecte el cable de alimentación ca de la fuente de alimentación de su entrada de alimentación ca en la parte posterior del puesto de trabajo, como en (b) y (c).
3. Mientras presiona la palanca de empuje en el lado derecho de la fila que contiene la fuente de alimentación, tire del panel frontal de la fuente de alimentación para desengancharla del compartimento. Retire la fuente de alimentación del puesto de trabajo, como en (d), (e), y (f).
4. Bloquee la placa de cubierta circular en la parte trasera del compartimento, como en (g) y (h).



Si la fuente de alimentación que se va a retirar es la Fuente de alimentación, modelo 8823 (un módulo de tamaño medio), siga los pasos de la subsección titulada "Extracción de una pila de dos módulos EMS de tamaño medio de un compartimento de altura completa de un puesto de trabajo" para retirar los módulos de tamaño medio apilados y completar el procedimiento de extracción.



Si la fuente de alimentación que debe retirarse se encuentra en el Puesto de trabajo, modelo 8133, consulte la figura 40. En primer lugar, introduzca un destornillador plano en el orificio situado en la parte inferior trasera de este puesto de trabajo, como en (a). Levante suavemente la fuente de alimentación con el destornillador mientras tira del panel frontal de la fuente de alimentación para desengancharla del puesto de trabajo, como se indica en (b) a (d). Retire la fuente de alimentación del puesto de trabajo, como en (e). Bloquee la placa de cubierta circular en la parte posterior del puesto de trabajo, como en (f).

Interruptor principal  
en apagado (O) con candado  
de seguridad instalado  
y bloqueado

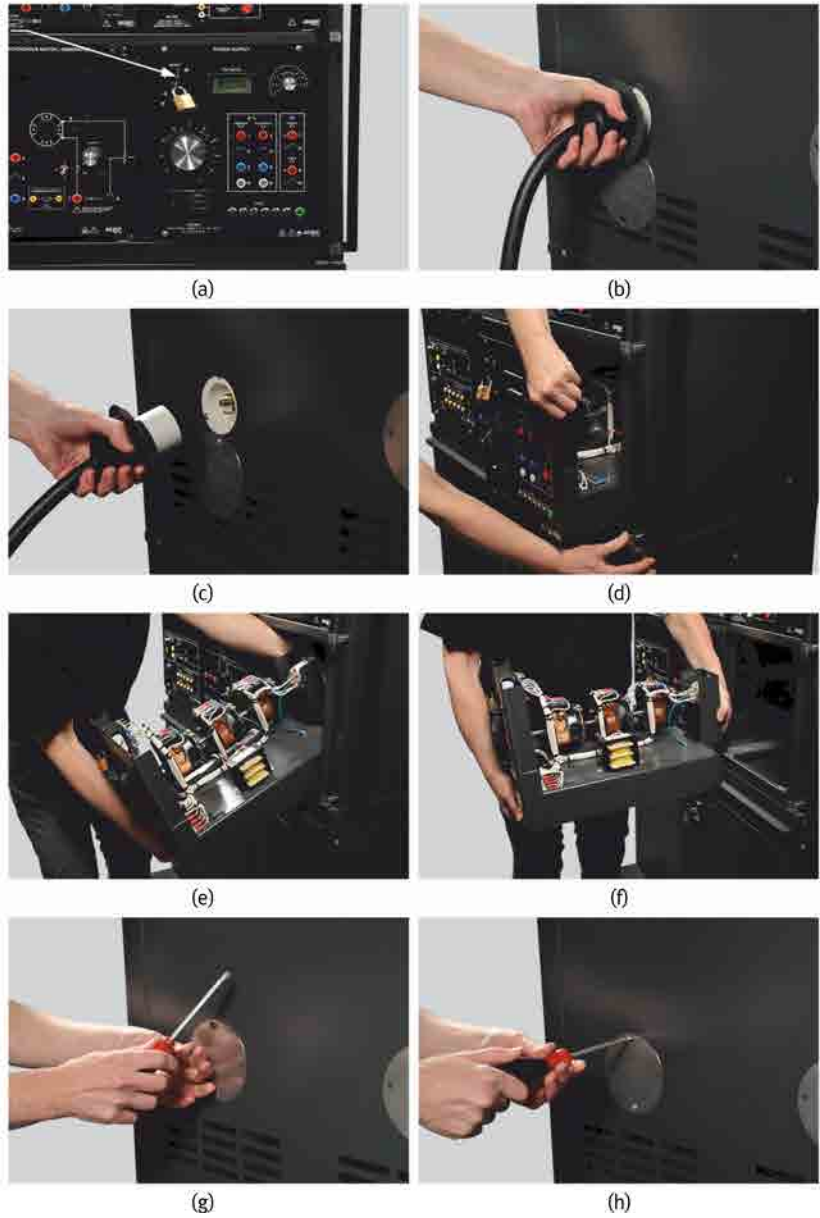


Figura 39: Extracción de una fuente de alimentación de un puesto de trabajo.





Figura 40: Extracción de una fuente de alimentación del Puesto de trabajo, modelo 8133.

## Mantenimiento del equipo

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 el equipo permanezca en buenas condiciones de funcionamiento y, por lo tanto, seguro para el usuario.

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

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

### 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 del equipo antes de cada ejercicio de laboratorio. Si algún componente del equipo parece estar dañado o presenta desgaste, se lo debe retirar y sustituir a fin de garantizar la seguridad del usuario y evitar mayores daños en el equipo.

### Mantenimiento de los módulos EMS que no se han utilizado durante un periodo prolongado de tiempo

El borde inferior de los módulos de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica está formado por metal desnudo para garantizar la continuidad entre el módulo EMS y el terminal del conductor de protección del puesto de trabajo. En función de las condiciones ambientales de almacenamiento de un módulo EMS, es posible que su borde inferior ya no garantice la continuidad entre el módulo EMS y la estructura metálica del puesto de trabajo. Por esta razón, además de las inspecciones visuales requeridas, todo módulo EMS que no haya sido utilizado durante un periodo prolongado de tiempo debe probarse para asegurar que existe continuidad eléctrica (una resistencia de aproximadamente  $0 \Omega$ ) entre el módulo EMS y la estructura metálica del puesto de trabajo, como se indica en la sección siguiente.

## Directivas para comprobar la continuidad eléctrica entre la carcasa de los módulos EMS y los rieles de un puesto de trabajo

1. En el caso de un módulo EMS de tamaño medio, asegúrese de que sus rieles metálicos no estén sucios o en contacto con una sustancia que impida una buena continuidad eléctrica entre este módulo y el terminal del conductor de protección del puesto de trabajo.



Los rieles metálicos sucios pueden limpiarse con alcohol isopropílico.

2. Asegúrese de que en el borde inferior del módulo EMS no haya nada que pueda impedir la continuidad eléctrica entre el módulo y el terminal del conductor de protección del puesto de trabajo.



El borde inferior de un módulo EMS consiste en metal desnudo para garantizar la continuidad eléctrica entre el borde inferior de este módulo y los rieles metálicos del puesto de trabajo. Dado que los rieles metálicos del puesto de trabajo están unidos al terminal de tierra del módulo Fuente de alimentación, una buena continuidad eléctrica es esencial para prevenir todo riesgo de descarga eléctrica que se produzca cuando un módulo EMS no está correctamente conectado a tierra. Si detecta o sospecha que la continuidad eléctrica no es buena, limpie los rieles metálicos con alcohol isopropílico y frote el borde inferior del módulo con papel de lija de grano fino. Si el borde inferior del módulo Fuente de alimentación tiene pequeñas protuberancias, lije solo estas protuberancias, no todo el borde inferior del módulo Fuente de alimentación.

3. Una vez insertado el módulo EMS en el puesto de trabajo, asegúrese de que su carcasa esté conectada eléctricamente al sistema de puesta a tierra de protección externo.



Se necesita un óhmetro para realizar las siguientes manipulaciones.

## Mantenimiento de las máquinas rotativas EMS

Además de los anteriores requisitos generales de mantenimiento, los rodamientos de bolas tensores (véase la figura siguiente) de las máquinas rotativas precisan 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 ocurra esto, lubrique los rodamientos de bolas tensores con una pequeña cantidad (unas gotas en cada rodamiento) de aceite lubricante, como el aceite multiuso de 3-IN-ONE®. Hacer esto evita el desgaste prematuro de los rodamientos de bolas y el daño del módulo.





Figura 41: Los rodamientos de bolas tensores de las máquinas rotativas EMS precisan lubricación periódica.

### 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 utilizan.

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

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

 <b>ADVERTENCIA</b>	
	Nunca deseche las baterías junto con los residuos domésticos normales, ni en vertederos ni incineradores. La eliminación de las baterías debe hacerse de acuerdo con las regulaciones vigentes en su país. De no hacerlo, pueden producirse lesiones graves, incendio, explosión, daños a la propiedad y daños ambientales graves.

### Limpieza

Para limpiar el panel frontales y la carcasa de los módulos EMS del equipo didáctico, use un paño suave y una solución diluida de detergente y agua. Es muy importante no aplicar la solución directamente sobre la superficie del módulo. En vez de ello, aplique la solución en el paño suave.

*AVISO*

A menos que se indique específicamente lo contrario, no utilice sustancias abrasivas ni disolventes para limpiar nada que forme parte de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

## Conexión de la Fuente de alimentación a la red de alimentación ca

Este apéndice enumera las verificaciones que deben realizarse para garantizar que la red de alimentación ca está correctamente cableada en el edificio y que la Fuente de alimentación de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica suministra la alimentación adecuada a los equipos.

### Comprobación del cableado de la toma de corriente ca mural de su aula

#### Toma de corriente ca monofásica mural

Conecte el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a la toma ca monofásica mural y, a continuación, compruebe si aparece algún mensaje de error en la pantalla LCD del módulo. Si no aparece ningún mensaje de error en la pantalla LDC del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, significa que la conexión a la red de alimentación ca cumple los requisitos del módulo.

#### Toma de corriente ca trifásica mural

Realice las siguientes manipulaciones para confirmar que la Fuente de alimentación está conectada a una red de alimentación ca trifásica de cinco hilos adecuada.



Para realizar las manipulaciones siguientes se necesita un módulo Carga resistiva (como el modelo 8311 u 8509), un amperímetro ca con una gama o alcance de al menos 2 A y un voltímetro ca.

1. Asegúrese de que la red de alimentación ca a la que está conectada la Fuente de alimentación cumple los requisitos indicados en la Unidad de aprendizaje 1.

**AVISO**

Preste especial atención a la configuración (en estrella o en triángulo) de la red de alimentación ca. Dado que la Fuente de alimentación está diseñada para conectarse a una red de alimentación ca en estrella, conectarla a una red ca en triángulo puede causar daños importantes a la fuente de alimentación.

2. Asegúrese de que el interruptor principal de la Fuente de alimentación esté en la posición O (apagado).
3. Conecte el módulo Carga resistiva y un amperímetro ca entre los terminales 1 y N de la Fuente de alimentación.
4. Coloque el interruptor principal de la Fuente de alimentación en la posición I (encendido) y asegúrese de que se encienden las tres luces indicadoras (L1, L2 y L3).
5. Modifique la resistencia del módulo Carga resistiva para que entre los terminales 1 y N de la Fuente de alimentación circule una corriente de 2 A, para una red ca de 120 V, o de 1 A, para una red ca de 220 V o 240 V.
6. Con un voltímetro ca, asegúrese de que la tensión entre los terminales 2 y N y la tensión entre los terminales 3 y N cumplen los requisitos de la red de alimentación ca local que se indican en la Unidad de aprendizaje 1.

Si las tensiones medidas no cumplen los requisitos de la red de alimentación ca de la Unidad de aprendizaje 1 correspondientes a su red de alimentación ca local, algo va mal en la toma de alimentación ca mural a la que está conectada la Fuente de alimentación. Haga reparar esta toma de corriente ca por personal cualificado autorizado antes de utilizarla para realizar experimentos.

**⚠ ADVERTENCIA**



Solamente el personal cualificado autorizado puede reparar una toma ca mural, ya que esta operación supone un alto riesgo de descarga eléctrica.

7. En la Fuente de alimentación, coloque el interruptor de alimentación principal en la posición O (apagado).
8. Repita de el paso 3 a el paso 7 utilizando el terminal de tierra como referencia en lugar del terminal neutro (N).

9. Desconecte el módulo Carga resistiva, el amperímetro ca y el voltímetro ca de los terminales de la Fuente de alimentación.



Realice la comprobación anterior para todas las tomas de corriente ca trifásicas de su laboratorio.

## Comprobación de la secuencia de fases de una toma de corriente ca trifásica mural

Para realizar las manipulaciones siguientes se necesita un osciloscopio con sondas que tengan una gama de tensión adecuada.

1. Asegúrese de que el interruptor principal de la Fuente de alimentación esté en la posición O (apagado).
2. Utilice sondas que tengan una gama de tensión adecuada para conectar los canales 1 y 2 del osciloscopio a los terminales L1 y L2 de la Fuente de Alimentación.



La pinza de tierra de cada sonda debe conectarse al terminal de tierra de la Fuente de alimentación.

3. En la Fuente de alimentación, coloque el interruptor de alimentación principal en la posición I (encendido).
4. Si la fuente de alimentación tiene una perilla de control de tensión, utilícela para aumentar gradualmente la tensión de salida de la Fuente de alimentación.
5. Observe en la pantalla del osciloscopio la relación de fase entre las tensiones sinusoidales en las salidas L1 y L2 de la Fuente de alimentación. La tensión sinusoidal en la salida L1 debe estar adelantada unos  $120^\circ$  con respecto a la tensión sinusoidal en la salida L2.

Si la tensión sinusoidal en la salida L2 está adelantada con respecto a la tensión sinusoidal en la salida L1, la secuencia de fases es incorrecta. Este problema puede resolverse invirtiendo dos de las tres líneas que le suministran corriente a la toma mural.

### AVISO

Solamente el personal cualificado puede invertir las líneas que le suministran energía a una toma mural, ya que esta operación presenta un alto riesgo de descarga eléctrica.

6. En la Fuente de alimentación, coloque el interruptor de alimentación principal en la posición 0 (apagado).

7. Desconecte las sondas de los terminales de la Fuente de alimentación.



Realice la comprobación anterior en todas las tomas de corriente ca trifásicas de su laboratorio.

## **Comprobación de que varias tomas de pared de un salón de clases tienen la misma secuencia de fases y están cableadas exactamente de la misma manera**

Cuando se instala más de un puesto de trabajo de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica en un aula laboratorio, las tomas de corriente murales de esta aula deben tener la misma secuencia de fase y estar cableadas exactamente de la misma manera. Realice las siguientes manipulaciones para verificar que las tomas de pared estén correctamente cableadas.



Consulte la figura siguiente para realizar las siguientes manipulaciones. Esta figura muestra un diagrama del montaje necesario. Para realizar las manipulaciones se necesita un voltímetro ca.

1. Seleccione una toma mural como referencia. La toma mural seleccionada debe haberse verificado mediante los dos procedimientos anteriores (Comprobación del cableado de la toma de corriente ca mural de su aula y Comprobación de la secuencia de fases de una toma de corriente ca trifásica mural).



A partir de ahora, la toma mural seleccionada como referencia se denominará toma mural de referencia ( $TM_{Ref}$ ).

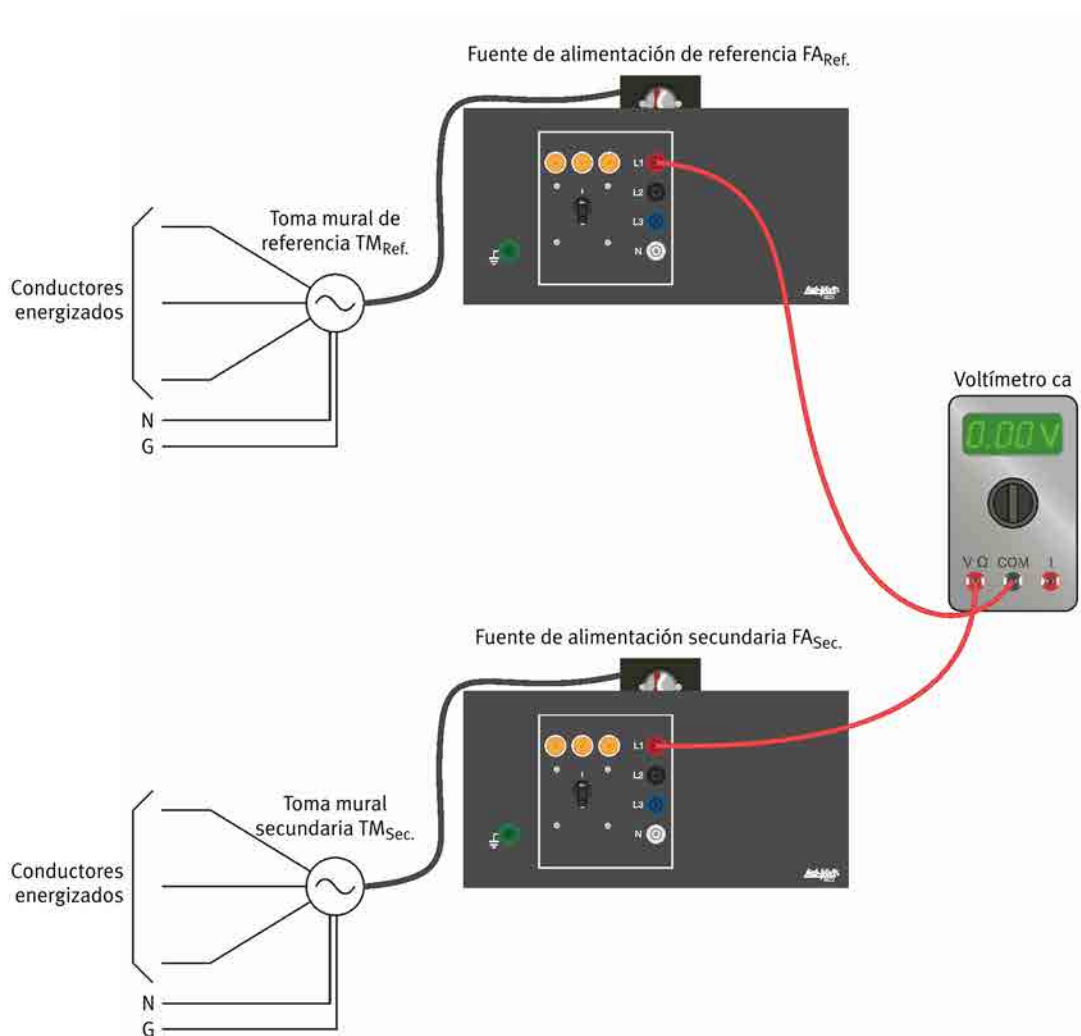


Figura 42: Montaje para comprobar que varias tomas murales de un aula tienen la misma secuencia de fases y están cableadas exactamente de la misma manera.



2. Conecte una fuente de alimentación a la toma mural de referencia (TM<sub>Ref</sub>).

☰ A partir de ahora, la fuente de alimentación conectada a la toma mural de referencia se denominará Fuente de alimentación de referencia (FA<sub>Ref</sub>).

3. Conecte una segunda Fuente de alimentación a una segunda toma de corriente. La segunda toma mural debe haberse verificado mediante los dos procedimientos anteriores (Comprobación del cableado de la toma de corriente ca mural de su aula y Comprobación de la secuencia de fases de una toma de corriente ca mural trifásica).

☰ A partir de ahora, la segunda Fuente de alimentación se denominará FA<sub>Sec.</sub>, y la segunda toma mural se denominará TM<sub>Sec.</sub>.

4. Coloque el interruptor principal de cada Fuente de alimentación en la posición I (encendido) y asegúrese de que se encienden las tres luces indicadoras (L1, L2 y L3) de cada Fuente de alimentación.
5. Utilice un voltímetro ca para medir la tensión entre el terminal L1 de la Fuente de alimentación  $FA_{Ref.}$  y el terminal L1 de la segunda Fuente de alimentación  $FA_{Sec.}$ . La tensión medida debe ser prácticamente igual a 0 V. Si no es el caso, vaya a el paso 8.
6. Mida la tensión entre el terminal L2 de la Fuente de alimentación  $FA_{Ref.}$  y el terminal L2 de la segunda Fuente de alimentación  $FA_{Sec.}$ . La tensión medida debe ser prácticamente igual a 0 V. Si no es el caso, vaya a el paso 8.
7. Mida la tensión entre el terminal L3 de la Fuente de alimentación  $FA_{Ref.}$  y el terminal L3 de la segunda Fuente de alimentación  $FA_{Sec.}$ . La tensión medida debe ser prácticamente igual a 0 V. Si no es el caso, vaya a el paso 8.
8. Si alguna de las tensiones medidas no es igual a 0 V, la  $TM_{Sec.}$  está mal cableada. Este problema puede resolverse intercambiando al menos dos de las tres líneas que suministran energía a  $TM_{Sec.}$ . Una vez realizado esto, repita de el paso 5 a el paso 7 de este procedimiento y asegúrese de que las tres tensiones medidas sean prácticamente iguales a 0 V.

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Solamente el personal cualificado puede intercambiar las líneas que suministran energía a una toma mural, ya que la operación presenta un alto riesgo de descarga eléctrica.

9. Repita desde el paso 3 hasta el paso 8 de este procedimiento para cada toma de corriente ca trifásica mural del laboratorio.

## Descripción, especificaciones y funcionamiento de los módulos EMS

### Visión general

La unidad actual describe los módulos EMS de los equipos para enseñanza práctica de la tecnología de la energía eléctrica. Proporciona la siguiente información para cada módulo: una descripción general, especificaciones técnicas e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento (si procede). La siguiente tabla enumera los módulos cubiertos en esta unidad.

**Tabla 7: Módulos cubiertos en la presente unidad.**

Módulo EMS	Número de modelo
Motor DC de imán permanente	8213-1
Motor de inducción de jaula de ardilla de cuatro polos	8221-2
Generador/motor síncrono	8241-2
Carga resistiva	8311-0
Carga resistiva	8311-A
Carga resistiva	8509
Carga inductiva	8321
Carga capacitiva	8331
Banco trifásico de transformadores	8348-4
Transformadores	8353

Módulo EMS	Número de modelo
Módulo de sincronización	8621
Módulo de sincronización/contactador trifásico	8621-A
Baterías de plomo-ácido	8801
Bloque de baterías de plomo	8802-1
Bloque de baterías de iones de litio	8802-B
Bloque de baterías de iones de litio	8802-C
Fuente de alimentación	8821-2
Fuente de alimentación	8823
Cortador/inversor con IGBT	8837-B
Tiristores de potencia	8841-2
Filtro trifásico	8326
Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes	8960-2 y -3
Interfaz de adquisición de datos y de control	9063

### Motor cc de imán permanente, modelo 8213-1

El Motor cc de imán permanente, modelo 8213-1, es un motor cc de alta velocidad con escobillas montado en un módulo EMS de tamaño completo. El campo magnético necesario para el funcionamiento del motor es producido por potentes imanes permanentes montados en el estátor del motor. Las conexiones al motor se realizan mediante conectores de tipo banana de seguridad, codificados por colores, en el panel frontal del módulo. La alimentación eléctrica debe proveerse al motor mediante una fuente de alimentación cc externa. Un interruptor de palanca montado en el panel frontal puede utilizarse para conectar y desconectar la alimentación cc del motor cuando este está conectado a un bloque de baterías. Cuando lo acciona un motor de impulsión, el Motor cc de imán permanente funciona como un generador cc.

El panel frontal del módulo Motor cc de imán permanente puede abrirse para instalar una Correa de distribución, modelo 8942, en la polea del eje del motor. Esto permite el acoplamiento mecánico de este motor al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. El diámetro de la polea del Motor cc de imán

permanente es menor (12 dientes) que el de las poleas del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (24 dientes). Esta diferencia de relación de poleas (12 a 24) permite adaptar la velocidad (0-4000 rpm) del Motor cc de imán permanente a la velocidad del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (de 0-2000 rpm).

### **Control, conectores e indicadores**

1. Interruptor  $S_1$  : este interruptor de palanca se utiliza para conectar y desconectar la alimentación cc del Motor cc de imán permanente, a través de los terminales de contacto del interruptor  $S_1$  cuando el motor está conectado a un bloque de baterías.
2. Terminales de contacto del interruptor  $S_1$  : estas tomas de tipo banana permiten acceder a los terminales del interruptor  $S_1$ .
3. Terminales del Motor cc de imán permanente: estas tomas de tipo banana permiten conectar el motor.

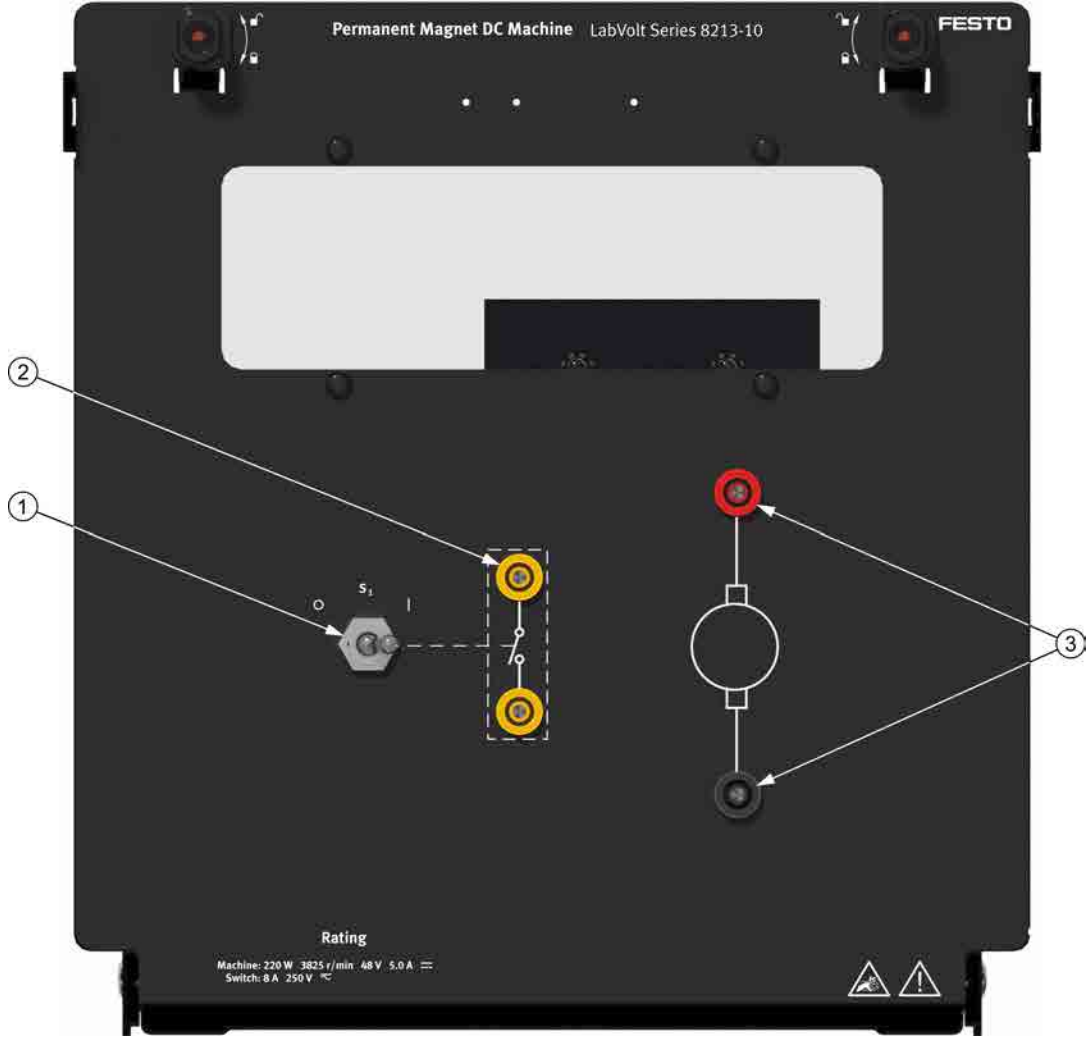


Figura 43: Panel frontal del Motor cc de imán permanente, modelo 8213-1.

## Especificaciones

**Tabla 8: Especificaciones del Motor cc de imán permanente, modelo 8213-1.**

Motor cc de imán permanente		Modelos: 8213-10, -11, -12
Características nominales	Potencia	220 W
	Tensión	48 V
	Corriente	5 A
	Velocidad	3825 rpm
	Par	0,5 N·m (4,4 lbf·in)
Polea	Número de dientes	12

## Motor de inducción jaula de ardilla de cuatro polos, modelos 8221-0 y -2

El Motor de inducción jaula de ardilla de cuatro polos, modelo 8221, es una máquina de inducción de jaula de ardilla de 0,2 kW montada en un módulo EMS de tamaño completo. Los devanados del estátor de la máquina están conectados independientemente (seis tomas), lo que permite la conexión en configuración estrella o triángulo. Las conexiones a la máquina se realizan a través de conectores de tipo banana de seguridad, codificados por colores, en el panel frontal del módulo. El modelo 8221-2 dispone de una salida de termistor que permite monitorizar la temperatura interna de la máquina para evitar sobrecalentamientos. El modelo 8221-2 no tiene rodamiento tensor.



El tensor está disponible como equipo opcional.

El panel frontal del módulo Motor de inducción jaula de ardilla de cuatro polos puede abrirse para instalar una Correa de distribución, modelo 8942, en la polea del eje de la máquina. Esto permite el acoplamiento mecánico de esta máquina al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. Cuando lo acciona un motor de impulsión, el Motor de inducción jaula de ardilla de cuatro polos funciona como un generador asíncrono trifásico.

## Control, conectores e indicadores

1. Terminales del devanado del estátor (seis): estas tomas de tipo banana permiten acceder a los tres devanados del estátor.

### *AVISO*

Los devanados del estátor no están protegidos contra cortocircuitos y sobrecorrientes. Por lo tanto, asegúrese de no superar la corriente nominal de estos devanados para evitar daños en la máquina. La corriente nominal de los devanados se indica en el panel frontal de la máquina.

2. Salida de termistor (solo en el modelo 8221-2): proporciona una señal que se utiliza para medir la temperatura de los devanados del estátor y evitar su sobrecalentamiento. El termistor es de tipo 2. La Salida de termistor está diseñada para conectarse a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. Esto permite controlar y monitorizar la temperatura del estátor con el software LVDAC-EMS.

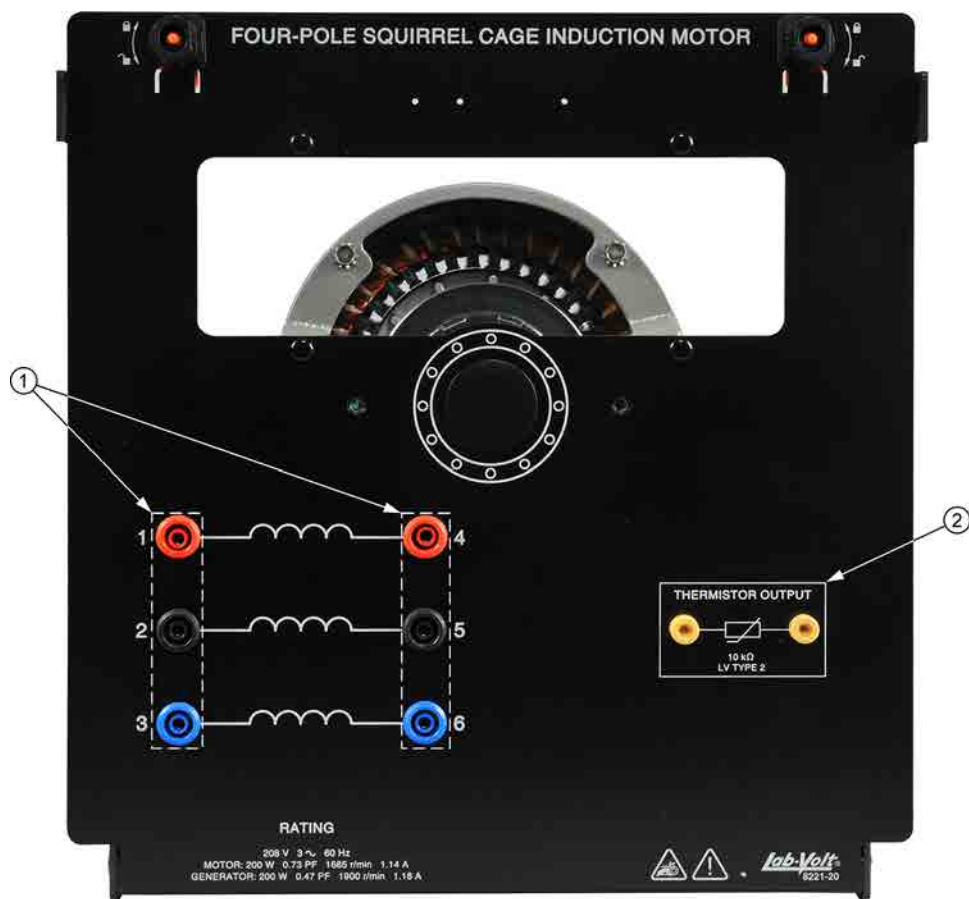


Figura 44: Panel frontal de la Máquina de inducción de jaula de ardilla de cuatro polos, modelo 8221-2.

## Especificaciones

Tabla 9: Especificaciones de la Máquina de inducción de jaula de ardilla de cuatro polos, modelo 8221.

Máquina de inducción de jaula de ardilla de cuatro polos		Modelos: 8221-20, -21, -22	Modelos: 8221-25, -26, -27	Modelos: 8221-2E, -2F	Modelos: 8221-2A
Requisitos de alimentación		120/208 V	220/380 V		240/415 V
Motor	Tensión del estátor	120/208 V, trifásica	220/380 V, trifásica		240/415 V, trifásica
	Potencia mecánica	200 W			

<b>Máquina de inducción de jaula de ardilla de cuatro polos</b>		<b>Modelos: 8221-20, -21, -22</b>	<b>Modelos: 8221-25, -26, -27</b>	<b>Modelos: 8221-2E, -2F</b>	<b>Modelos: 8221-2A</b>
	Velocidad nominal	1685 rpm	1364 rpm	1633 rpm	1364 rpm
	Corriente nominal	1,14 A	0,55 A		0,49 A
	Factor de potencia	0,73	0,78	0,81	0,70
Generador	Tensión del estátor	120/208 V, trifásica	220/380 V, trifásica		240/415 V, trifásica
	Potencia mecánica	200 W			
	Velocidad nominal	1900 rpm	1598 rpm	1912 rpm	1618 rpm
	Corriente nominal	1,18 A	0,52 A	0,47 A	0,55 A
	Factor de potencia	0,47	0,58	0,65	0,51
Protección (solo para el modelo 8221-2)		Termistor de 10 kΩ, tipo 2, en los devanados del estátor			

## Motor/Alternador sincrónico, modelos 8241-0 y -2

El Motor/Alternador sincrónico, modelo 8241, es una máquina síncrona trifásica de 0,2 kW montada en un módulo EMS de tamaño completo. Esta máquina puede funcionar como motor trifásico o como generador trifásico. Cada fase de los devanados del estátor de la máquina está terminada de forma independiente e identificada en el panel frontal para permitir el funcionamiento en configuración estrella o triángulo. El rotor de la máquina está equipado con un amortiguador de jaula de ardilla. La excitación cc variable de los devanados del campo del rotor se alimenta a través de anillos colectores y escobillas montados externamente que están conectados a un reóstato y a un interruptor de control situado en el panel frontal.

Las conexiones a la máquina se realizan a través de conectores de tipo banana de seguridad, codificados por colores, en el panel frontal del módulo. Este panel frontal del módulo puede abrirse para instalar una Correa de distribución, modelo 8942, en la polea del eje de la máquina. Esto permite el acoplamiento mecánico de la máquina

al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. Tenga en cuenta que el modelo 8241-2 tiene una salida de termistor que permite monitorizar la temperatura interna de la máquina para evitar sobrecalentamientos. El modelo 8241-2 no tiene rodamiento tensor.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales del devanado del estátor (seis): estas tomas de tipo banana permiten acceder a las tres fases de los devanados del estátor de la máquina.

#### AVISO

Los devanados del estátor no están protegidos contra cortocircuitos y sobrecorrientes. Por lo tanto, asegúrese de no superar la corriente nominal de estos devanados para evitar daños en la máquina. La corriente nominal de los devanados se indica en el panel frontal de la máquina.

2. Salida de termistor (en el modelo 8241-2): proporciona una señal utilizada para medir la temperatura de los devanados del estátor y evitar su sobrecalentamiento. El termistor es de tipo 2. La Salida de termistor está diseñada para conectarse a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. Esto permite controlar y monitorizar la temperatura del estátor con el software LVDAC-EMS.
3. Terminales de entrada del excitador: estas tomas de tipo banana se utilizan para aplicar tensión cc desde una fuente de alimentación cc externa al circuito del excitador con el fin de producir una corriente de campo  $I_f$ . La corriente de campo  $I_f$  produce un campo magnético en los devanados del rotor necesario para el funcionamiento síncrono de la máquina.



El modelo 8241-2 tiene una protección térmica bimetálica en serie con un campo de rotor.

4. Interruptor del excitador  $S_1$  : este interruptor se utiliza para encender y apagar el circuito del excitador.
5. Perilla del excitador: esta perilla permite variar la resistencia del circuito excitador, para variar la magnitud de la corriente de campo  $I_f$ .

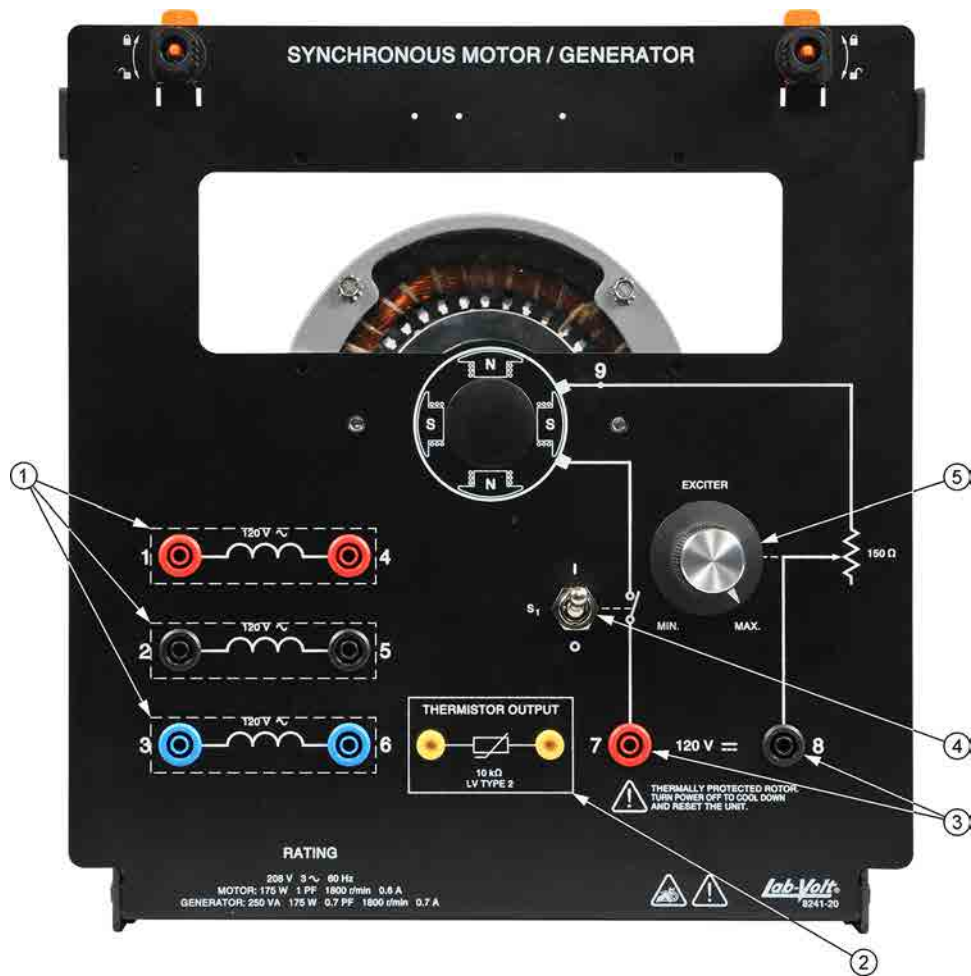


Figura 45: Panel frontal del Motor/Alternador sincrónico, modelo 8241-2.

## Especificaciones

**Tabla 10: Especificaciones del Motor/Alternador sincrónico, modelo 8241-0.**

<b>Motor/Alternador sincrónico</b>		<b>Modelos: 8241-00, -01, -02</b>	<b>Modelos: 8241-05, -06, -07</b>	<b>Modelos: 8241-0E, -0F</b>	<b>Modelos: 8241-0A</b>
Requisitos de alimentación		120/208 V	220/380 V		240/415 V
Motor	Tensión del estátor	120/208 V, trifásica	220/380 V, trifásica		240/415 V, trifásica
	Tensión del rotor	0-150 V cc	0-240 V cc		0-260 V cc
	Potencia de salida	200 W			
	Velocidad de sincronismo	1800 rpm	1500 rpm	1800 rpm	1500 rpm
	Corriente a plena carga	0,55 A	0,30 A		0,28 A
	Factor de potencia	1			
Generador	Tensión del estátor	120/208 V, trifásica	220/380 V, trifásica		240/415 V, trifásica
	Tensión del rotor	0-150 V cc	0-240 V cc		0-260 V cc
	Potencia de salida	200 VA			
	Velocidad de sincronismo	1800 rpm	1500 rpm	1800 rpm	1500 rpm
	Factor de potencia	0,80			

**Tabla 11: Especificaciones del Motor/Alternador sincrónico, modelo 8241-2.**

<b>Motor/Alternador sincrónico</b>	<b>Modelos: 8241-20, -21, -22</b>	<b>Modelos: 8241-25, -26, -27</b>	<b>Modelos: 8241-2E, -2F</b>	<b>Modelos: 8241-2A</b>
Requisitos de alimentación	120/208 V	220/380 V		240/415 V
Motor	Igual que el modelo 8241-0			
Generador	Igual que el modelo 8241-0			
Protección	Termistor de 10 kΩ, tipo 2, en los devanados del estátor			
	Protección térmica bimetálica del campo del rotor			

## Carga resistiva, modelo 8311-0 y -A

La Carga resistiva, modelo 8311, consta de un módulo EMS de tamaño medio que alberga nueve resistores de potencia de hilo bobinado dispuestos en tres bancos idénticos. Cada grupo consta de tres resistores conectados en paralelo que pueden conectarse o desconectarse con interruptores de palanca para obtener varios valores de resistencia. Esto permite aumentar o reducir progresivamente la resistencia total (equivalente) de cada grupo. Seis conectores de seguridad de tipo banana en el panel frontal del módulo permiten acceder a cada grupo de resistores. Es posible conectar por separado tres grupos de resistores para el funcionamiento en circuitos trifásicos. También es posible conectar tres grupos de resistores juntos para el funcionamiento en circuitos monofásicos.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales de la Carga resistiva: seis tomas de tipo banana (un par de tomas para cada grupo de resistores) que permiten conectar los grupos de resistores a los circuitos.
2. Interruptores de palanca: cada uno de estos interruptores está conectado en serie con un resistor en un grupo de resistores. Cada interruptor permite insertar su resistor asociado en el grupo de resistores o retirarlo de este. Así, cuando un interruptor se coloca en la posición I (encendido), el resistor asociado se inserta en el grupo, de modo que el valor de resistencia de este resistor se suma (en paralelo) al valor de resistencia total del grupo. Por el contrario, cuando un interruptor se coloca en la posición O (apagado), el resistor asociado se retira del grupo, de modo que el valor de resistencia de este resistor se resta (en paralelo) del valor de resistencia total del grupo.



Los valores de corriente indicados junto a los interruptores de palanca del panel frontal de la Carga resistiva solo son válidos cuando la tensión a través del grupo de resistores está en el valor nominal. Estos valores de corriente pueden utilizarse para determinar la admitancia equivalente del grupo de resistores.

<b>⚠ ATENCIÓN</b>	
	<p>Los resistores de la Carga resistiva, modelo 8311, pueden calentarse mucho si se utilizan durante un largo periodo de tiempo. Para evitar quemaduras, deje que los resistores se enfríen antes de retirar la Carga resistiva del puesto de trabajo. Además, instale la Carga resistiva en la fila más alta del puesto de trabajo para optimizar la disipación del calor.</p>

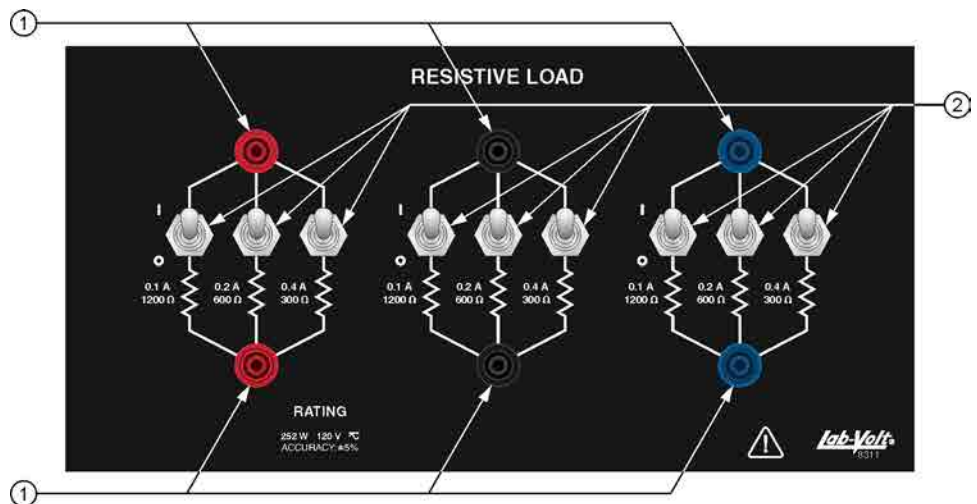


Figura 46: Panel frontal de la Carga resistiva, modelo 8311-00, 8311-01, 8311-02, 8311-05, 8311-06, 8311-07, 8311-0E, 8311-0F.

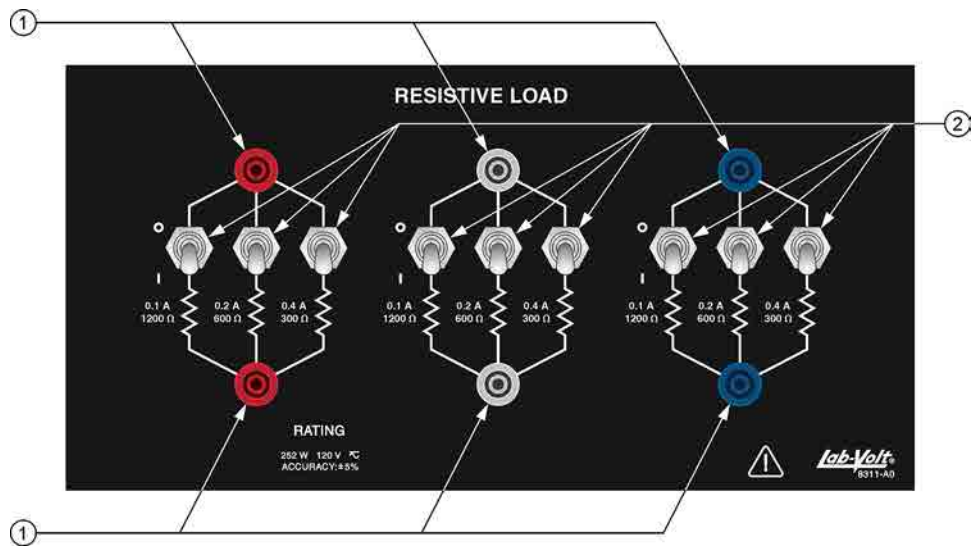


Figura 47: Panel frontal de la Carga resistiva, modelos 8311-A0 y 8311-0A.

## Especificaciones

Tabla 12: Especificaciones de la Carga resistiva, modelo 8311-0.

Carga resistiva 8311-00		Modelos: 8311-00, -01, -02	Modelos: 8311-05, -06, -07	Modelos: 8311-0E, -0F	Modelos: 8311-0A
Resistores	Cantidad	Tres grupos idénticos de tres resistores			
	Valores de resistencia (cada grupo)	300/600/1200 Ω	1100/2200/4400 Ω	1200/2400/4800 Ω	
	Tensión nominal	120 V ca/cc	220 V ca/cc	240 V ca/cc	
	Exactitud de la resistencia	± 5%			
Carga con la tensión nominal (grupo)	Potencia	12-84 W	11-77 W	12-84 W	
	Corriente	0,1-0,7 A	0,05-0,35 A		

Carga resistiva 8311-00		Modelos: 8311-00, -01, -02	Modelos: 8311-05, -06, -07	Modelos: 8311-0E, -0F	Modelos: 8311-0A
	Pasos	Siete, de igual incremento			
	Incremento de la corriente	0,1 A	0,05 A		

Tabla 13: Especificaciones de la Carga resistiva, modelo 8311-A0.

8311-A0 Carga resistiva		
Resistores	Cantidad	Tres grupos idénticos de tres resistores
	Valores de resistencia (cada grupo)	300/600/1200 $\Omega$
	Tensión nominal	120 V ca/cc
	Exactitud de la resistencia	$\pm 5\%$
Carga con la tensión nominal (grupo)	Potencia	12-84 W
	Corriente	0,1-0,7 A
	Pasos	Siete, de igual incremento
	Incremento de la corriente	0,1 A

### Carga resistiva, modelo 8509

La Carga resistiva, modelo 8509, consiste en un módulo EMS de tamaño medio que aloja un grupo de cinco resistores de potencia conectados en paralelo que pueden conectarse o desconectarse con interruptores de palanca para obtener diversos valores de resistencia. Esto permite aumentar o disminuir por pasos el valor de resistencia total (equivalente) del grupo de resistores. Dos tomas de tipo banana de seguridad en el panel frontal del módulo permiten conectar el grupo de resistores a los circuitos.

## Control, conectores e indicadores

1. Terminales de los resistores: dos tomas de tipo banana que permiten conectar el grupo de resistores a los circuitos.
2. Interruptores de palanca: cada uno de estos interruptores permite insertar su resistor asociado en el grupo de resistores o retirarlo de este. Así, cuando un interruptor se coloca en la posición I (encendido), el resistor asociado se inserta en el grupo, de modo que el valor de resistencia de este resistor se suma (en paralelo) al valor de resistencia total del grupo. Por el contrario, cuando un interruptor se coloca en la posición O (apagado), el resistor asociado se retira del grupo, de modo que el valor de resistencia de este resistor se resta (en paralelo) del valor de resistencia total del grupo.



Los valores de corriente indicados junto a los interruptores de palanca del panel frontal de la Carga resistiva solo son válidos cuando la tensión a través del grupo de resistores está en el valor nominal. Estos valores de corriente pueden utilizarse para determinar la admitancia equivalente del grupo de resistores.

<b>⚠ ATENCIÓN</b>	
	<p>Los resistores de la Carga resistiva, modelo 8509, pueden calentarse mucho si se utilizan durante un largo periodo de tiempo. Para evitar quemaduras, deje que los resistores se enfríen antes de retirar la Carga resistiva del puesto de trabajo. Además, instale la Carga resistiva en la fila más alta del puesto de trabajo para optimizar la disipación del calor.</p>

<b>AVISO</b>	
<p>No utilice la Carga resistiva, modelo 8509, a la potencia nominal durante más de 5 minutos. Deje que el módulo Carga resistiva se enfríe durante al menos los 20 minutos siguientes.</p>	



La Carga resistiva puede utilizarse a la potencia nominal sin que se produzcan daños en la unidad, siempre que se respeten las condiciones siguientes:

- Tiempo de encendido máximo ( $t_{ENC.}$ ): 5 min
- Factor de duración cíclica máximo [ $t_{ENC.}/(t_{ENC.} + t_{APAG.})$ ]: 0,2 (5 min/25 min)

El tiempo de encendido ( $t_{ENC}$ ) indicado anteriormente es el periodo de tiempo máximo durante el que la Carga resistiva puede utilizarse a la potencia nominal. El tiempo de apagado ( $t_{APAG}$ ) indicado anteriormente es el periodo de tiempo durante el que se debe dejar enfriar la Carga resistiva (sin aplicarle tensión al módulo) a 25 °C.

Por consiguiente, cuando el módulo funciona a la potencia nominal durante 5 minutos, debe retirarse la tensión de la Carga resistiva durante al menos los 20 minutos siguientes para respetar el factor de duración cíclica máximo (0,2).

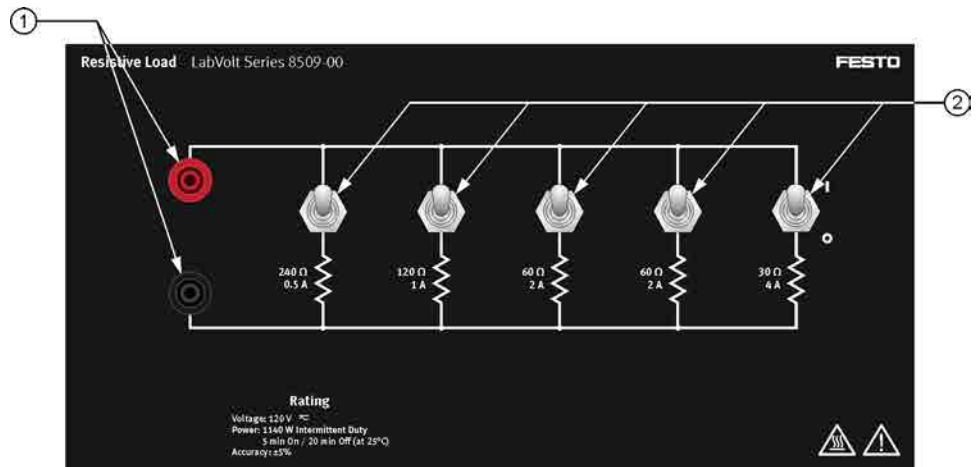


Figura 48: Panel frontal de la Carga resistiva, modelo 8509-00, 8509-01, 8509-02, 8509-05, 8509-06, 8509-07 y 8509-0A.

### Especificaciones

Tabla 14: Especificaciones de la Carga resistiva, modelo 8509.

Carga resistiva 8509-00		Modelos: 8509-00, -01, -02	Modelos: 8509-05, -06, -07	Modelos: 8509-0E, -0F
Resistores	Cantidad	Cinco resistores		
	Valores de resistencia (cada grupo)	30/60/120/240 Ω	110/220/440/880 Ω	120/240/480/960 Ω
	Tensión nominal	120 V ca/cc	220 V ca/cc	240 V ca/cc

Carga resistiva 8509-00		Modelos: 8509-00, -01, -02	Modelos: 8509-05, -06, -07	Modelos: 8509-0E, -0F
	Exactitud del valor de resistencia	± 5%		
Carga con la tensión nominal (grupo)	Potencia	60-1140 W	55-1045 W	60-1140 W
	Corriente	0,5-9,5 A	0,25-4,75 A	
	Pasos	19, de igual incremento		
	Incremento de la corriente	0,5 A	0,25 A	

### Carga inductiva, modelo 8321

La Carga inductiva, modelo 8321, consta de un módulo EMS de tamaño medio que alberga nueve inductores de potencia con núcleo de hierro dispuestos en tres grupos idénticos. Cada grupo consta de tres inductores conectados en paralelo que pueden conectarse o desconectarse mediante interruptores de palanca para obtener distintos valores de inductancia. Esto permite aumentar o reducir progresivamente la inductancia equivalente de cada grupo. Seis tomas de seguridad de tipo banana en el panel frontal del módulo permiten el acceso a cada uno de los grupos de inductores. Es posible conectar por separado tres grupos de inductores para el funcionamiento en circuitos trifásicos. También es posible conectar tres grupos de inductores juntos para el funcionamiento en circuitos monofásicos.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales de la Carga inductiva: seis tomas de tipo banana (un par de tomas para cada grupo de inductores) que permiten conectar los grupos de inductores a los circuitos.

2. Interruptores de palanca: cada uno de estos interruptores está conectado en serie con un inductor de un grupo de inductores. Cada interruptor permite insertar su inductor asociado en el grupo de inductores o retirarlo de este. Así, cuando un interruptor se coloca en la posición I (encendido), el inductor asociado se inserta en el grupo, de modo que el valor de inductancia de este inductor se suma (en paralelo) al valor de inductancia total del grupo. Por el contrario, cuando un interruptor se coloca en la posición O (apagado), el inductor asociado se retira del grupo, de modo que el valor de inductancia de este inductor se resta (en paralelo) del valor de inductancia total del grupo.



Los valores de corriente indicados junto a los interruptores de palanca del panel frontal de la Carga inductiva solo son válidos cuando la magnitud y la frecuencia de la tensión a través del grupo de inductores se encuentran en sus valores nominales. Estos valores de corriente pueden utilizarse para determinar la admitancia equivalente.

**⚠ ATENCIÓN**

La Carga inductiva, modelo 8321, es un módulo pesado. Instale este módulo en un compartimento de altura media del puesto de trabajo, o en la sección inferior de un compartimento de altura completa del puesto de trabajo, tal y como se indica en la Unidad de aprendizaje 4 del presente manual.

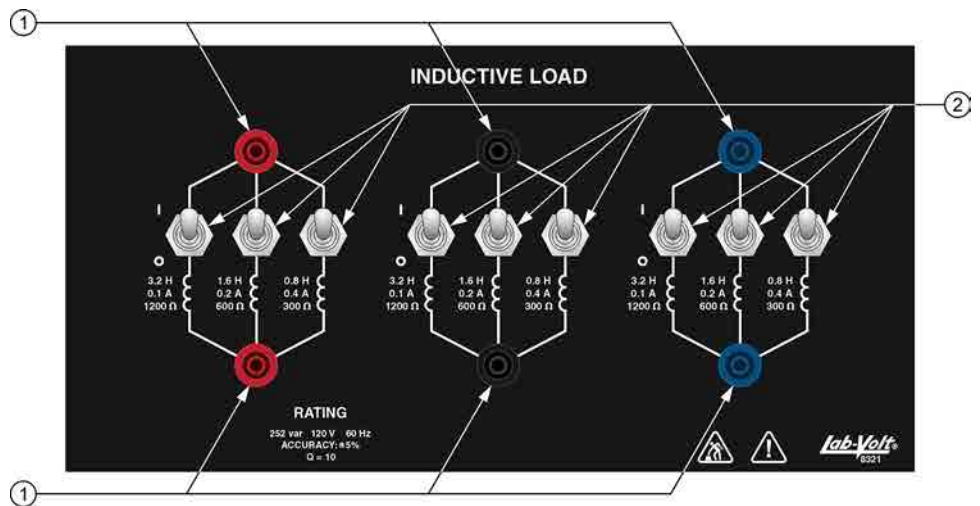


Figura 49: Panel frontal de la Carga inductiva, modelo 8321. (Véase la nota siguiente).



En el modelo 8321-0A, el color de las tomas de tipo banana de seguridad difiere del que se muestra en la figura 43, y el accionamiento de los interruptores de palanca es en sentido inverso (es decir, los interruptores de palanca se colocan en I (encendido) cuando su operador está en la posición hacia abajo).

## Especificaciones

Tabla 15: Especificaciones de la Carga inductiva, modelo 8321.

Carga inductiva 8321-00		Modelos: 8321-00, -01, -02	Modelos: 8321-05, -06, -07	Modelos: 8321-0E, -0F	Modelos: 8321-0A
Inductores	Cantidad	Tres grupos idénticos de tres inductores			
	Valores de inductancia (cada grupo)	0,8/1,6/3,2 H	3,5/7/14 H	2,92/5,84/11,67 H	3,8/7,6/15,3 H
	Valores de reactancia (cada grupo)	300/600/1200 $\Omega$	1100/2200/4400 $\Omega$		1200/2400/4800 $\Omega$
	Tensión nominal	120 V-60 Hz	220 V-50 Hz	220 V-60 Hz	240 V-50 Hz
	Exactitud del valor de inductancia	± 5%			
Carga con la tensión nominal (grupo)	Potencia reactiva	12-84 var	11-77 var		12-84 var
	Corriente	0,1-0,7 A	0,05-0,35 A		
	Pasos	Siete, de igual incremento			
	Incremento de la corriente	0,1 A	0,05 A		

### Carga capacitiva, modelo 8331

La Carga capacitiva, modelo 8331, consiste en un módulo EMS de tamaño medio que alberga nueve condensadores dispuestos en tres grupos idénticos. Cada grupo consta de tres condensadores conectados en paralelo que pueden conectarse o desconectarse con interruptores de palanca para obtener distintos valores de

capacitancia. Esto permite aumentar o reducir progresivamente la capacitancia total (equivalente) de cada grupo. Seis tomas de seguridad de tipo banana en el panel frontal del módulo permiten acceder a cada grupo de condensadores. Es posible conectar por separado tres grupos de condensadores para el funcionamiento en circuitos trifásicos. También es posible conectar tres grupos de condensadores juntos para el funcionamiento en circuitos monofásicos.

Un resistor de descarga conectado permanentemente reduce la tensión en los terminales de cada grupo de condensadores al 5% de la tensión aplicada en los 15 segundos siguientes a la desconexión de la carga de la alimentación. La Carga capacitiva puede utilizarse tanto con corriente cc como con corriente ca.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales de la Carga capacitiva: estas seis tomas de tipo banana (un par de conectores para cada grupo de condensadores) permiten conectar los grupos de condensadores a los circuitos.
2. Interruptores de palanca: cada uno de estos interruptores está conectado en serie con un condensador de un grupo de condensadores. Cada interruptor permite insertar su condensador asociado en el grupo de condensadores o retirarlo de este. Así, cuando un interruptor se coloca en la posición I (encendido), el condensador asociado se inserta en el grupo, de modo que el valor de capacitancia de este condensador se suma (en paralelo) al valor de capacitancia total del grupo. Por el contrario, cuando un conmutador se coloca en la posición O (apagado), el condensador asociado se retira del grupo, de modo que el valor de capacitancia de este condensador se resta (en paralelo) del valor de capacitancia total del grupo.



Los valores de corriente indicados junto a los interruptores de palanca del panel frontal de la Carga capacitiva solo son válidos cuando la magnitud y la frecuencia de la tensión a través del grupo de condensadores están en sus valores nominales. Estos valores de corriente pueden utilizarse para determinar la admitancia equivalente.

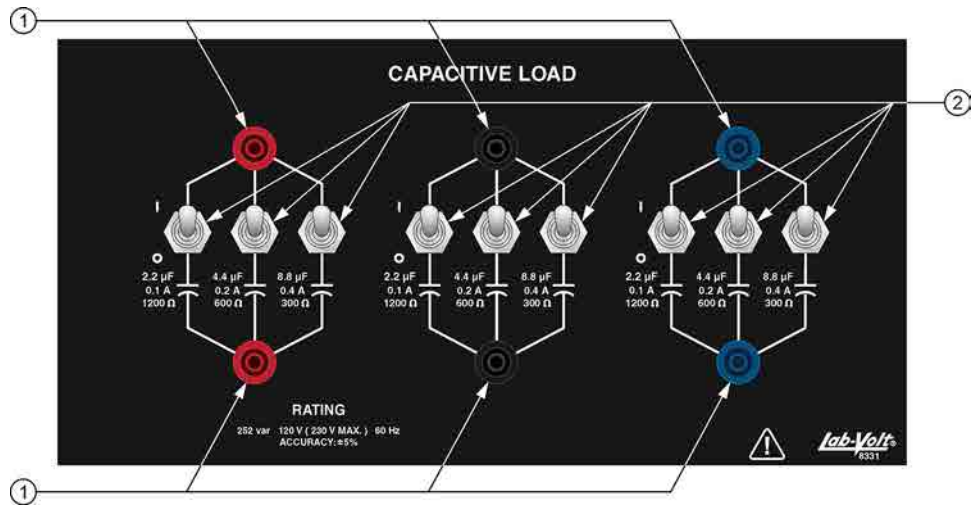


Figura 50: Panel frontal de la Carga capacitiva, modelo 8331. (Véase la nota siguiente).



En el modelo 8331-0A, el color de las tomas de tipo banana de seguridad difiere del que se muestra en la figura 43, y el accionamiento de los interruptores de palanca es en sentido inverso (es decir, los interruptores de palanca se colocan en I (encendido) cuando su operador está en la posición hacia abajo).

## Especificaciones

Tabla 16: Especificaciones de la carga capacitiva, modelo 8331.

Carga capacitiva 8331-00		Modelos: 8331-00, -01, -02	Modelos: 8331-05, -06, -07	Modelos: 8331-0E, -0F	Modelos: 8331-0A
Condensadores	Cantidad	Tres grupos idénticos de tres condensadores			
	Valores de capacitancia (cada grupo)	2,2/4,4/8,8 µF	0,72/1,45/2,89 µF	0,60/1,21/2,41 µF	0,66/1,33/2,65 µF
	Valores de reactancia (cada grupo)	300/600/1200 Ω	1100/2200/4400 Ω		1200/2400/4800 Ω

Carga capacitiva 8331-00		Modelos: 8331-00, -01, -02	Modelos: 8331-05, -06, -07	Modelos: 8331-0E, -0F	Modelos: 8331-0A
	Tensión nominal	120 V-60 Hz	220 V-50 Hz	220 V-60 Hz	240 V-50 Hz
	Tensión máxima	230 V	440 V		
	Exactitud del valor de capacitancia	± 5%			
Carga con la tensión nominal (grupo)	Potencia reactiva	12-84 var	11-77 var		12-84 var
	Corriente	0,1-0,7 A	0,05-0,35 A		
	Pasos	Siete, de igual incremento			
	Incremento de la corriente	0,1 A	0,05 A		

### Banco trifásico de transformadores, modelo 8348-4

El Banco trifásico de transformadores, modelo 8348-4, consta de tres transformadores de potencia independientes encerrados en un módulo EMS de tamaño medio. Las tomas de tipo banana de seguridad del panel frontal del módulo proporcionan acceso individual a los devanados de cada transformador de potencia, permitiendo la conexión en configuración estrella o triángulo. Los devanados del transformador están polarizados. La polaridad de cada bobinado se indica mediante un pequeño punto en el panel frontal del módulo. Los fusibles electrónicos protegen los devanados primario y secundario de cada transformador contra las sobrecorrientes. Las luces de estado de los fusibles del panel frontal del módulo se encienden cuando los fusibles electrónicos detectan una condición de sobrecorriente. Cuando se elimina la condición de sobrecorriente, los fusibles electrónicos se reinician automáticamente y las luces de estado de los fusibles se apagan.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales del transformador de potencia 1 (terminales 1, 2, 3, 4 y 5): estas tomas de tipo banana permiten acceder a los devanados primario y secundario del primer transformador. La polaridad de los devanados del transformador se indica mediante marcas de puntos en los símbolos esquemáticos de los devanados en el panel frontal del módulo. Los devanados primario y secundario

de este transformador están protegidos contra sobrecorrientes mediante fusibles electrónicos que se reinician automáticamente.

2. Terminales del transformador de potencia 2 (terminales 6, 7, 8, 9 y 10): estas tomas de tipo banana permiten acceder a los devanados primario y secundario del segundo transformador. La polaridad de los devanados del transformador se indica mediante marcas de puntos en los símbolos esquemáticos de los devanados en el panel frontal del módulo. Los devanados primario y secundario de este transformador están protegidos contra sobrecorrientes mediante fusibles electrónicos que se reinician automáticamente.

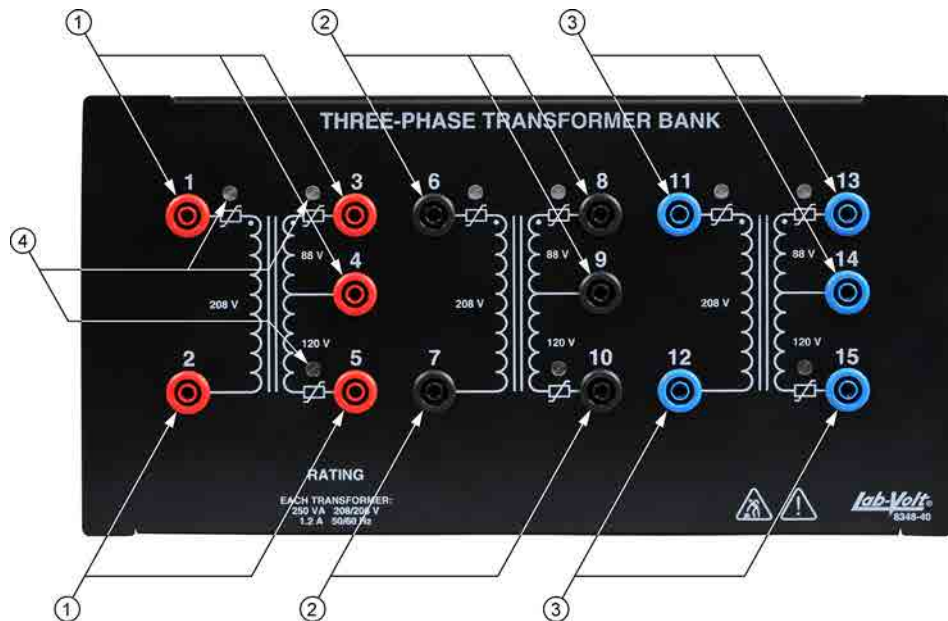




Figura 51: Panel frontal del Banco trifásico de transformadores, modelo 8348-4. (Véase la nota siguiente).



En el modelo 8348-4A, el color de las tomas de tipo banana de seguridad difiere del que se muestra en la figura 43.

3. Terminales del transformador de potencia 3 (terminales 11, 12, 13, 14 y 15): estas tomas de tipo banana permiten acceder a los devanados primario y secundario del tercer transformador. La polaridad de los devanados del transformador se indica mediante marcas de puntos en los símbolos esquemáticos de los devanados en el panel frontal del módulo. Los devanados primario y secundario de este transformador están protegidos contra sobrecorrientes mediante fusibles electrónicos que se reinician automáticamente.
4. Luces de estado de los fusibles: estas luces indican el estado de los fusibles electrónicos que protegen los devanados primario y secundario del transformador de potencia 1 contra las sobrecorrientes. (Los otros dos transformadores de potencia tienen luces de estado de los fusibles idénticas que protegen sus devanados primario y secundario contra sobrecorrientes). Cuando un fusible

electrónico interrumpe la corriente excesiva a través de un transformador, se encienden las luces de estado correspondientes. Cuando se elimina la condición de sobrecorriente, este fusible electrónico se reinicia automáticamente y las luces de estado correspondientes se apagan.

	 <b>ATENCIÓN</b>
	<p>El Banco trifásico de transformadores, modelo 8348-4, es un módulo pesado. Por lo tanto, instálelo en un compartimento de altura media del puesto de trabajo, o en la sección inferior de un compartimento de altura completa del puesto de trabajo, como se indica en la Unidad de aprendizaje 4 de este manual.</p>

## Especificaciones



Tabla 17: Especificaciones del Banco trifásico de transformadores, modelo 8348-4.

Banco trifásico de transformadores 8348-40		Modelos: 8348-40, -41, -42	Modelos: 8348-45, -46, -47	Modelos: 8348-4E, -4F	Modelos: 8348-4A
Características (cada transformador)	Tensión en el primario	208 V	380 V		415 V
	Tensión en el secundario	208/120 V	380/220 V		415/240 V
	Corriente de línea	1,20 A	0,66 A		0,60 A
	Potencia	250 VA			

## Transformador, modelo 8353

El Transformador, modelo 8353, consiste en un transformador de potencia encerrado en un módulo EMS de tamaño medio. El lado primario y secundario del Transformador están hechos de dos arrollamientos idénticos separados. Las tomas de tipo banana del panel frontal del módulo dan acceso a cada arrollamiento o devanado, lo que permite conectarlos en distintas configuraciones. El Transformador tiene una relación de espiras de 1:5, si se considera la totalidad de sus arrollamientos primario y secundario. Los arrollamientos del Transformador están polarizados y la polaridad de cada uno de ellos se indica mediante un pequeño punto en el panel frontal del módulo. Una salida de termistor permite la monitorización de la temperatura del transformador para evitar un sobrecalentamiento. Una aplicación típica del Transformador es convertir la energía almacenada en baterías a un nivel de tensión adecuado (por ejemplo, al nivel de tensión de la red de alimentación ca).

### Control, conectores e indicadores

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p>El transformador no está diseñado para proporcionar una tensión extrabaja de seguridad (SELV, por sus siglas en inglés) desde la red eléctrica. Considere cada arrollamiento como vivo peligroso.</p>

1. Terminales del devanado primario: estas tomas de tipo banana proporcionan acceso a cada devanado primario del Transformador. La polaridad de los arrollamientos primarios se indica mediante marcas de puntos en su símbolo esquemático en el panel frontal del módulo.
2. Terminales del devanado secundario: estas tomas de tipo banana proporcionan acceso a cada devanado secundario del Transformador. La polaridad de los arrollamientos secundarios se indica mediante marcas de puntos en su símbolo esquemático en el panel frontal del módulo.
3. Salida de termistor: proporciona una señal utilizada para medir la temperatura del transformador y evitar su sobrecalentamiento. El termistor es de tipo 2. La Salida de termistor está diseñada para conectarse a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960. Esto permite controlar y monitorizar la temperatura del transformador con el software LVDAC-EMS.

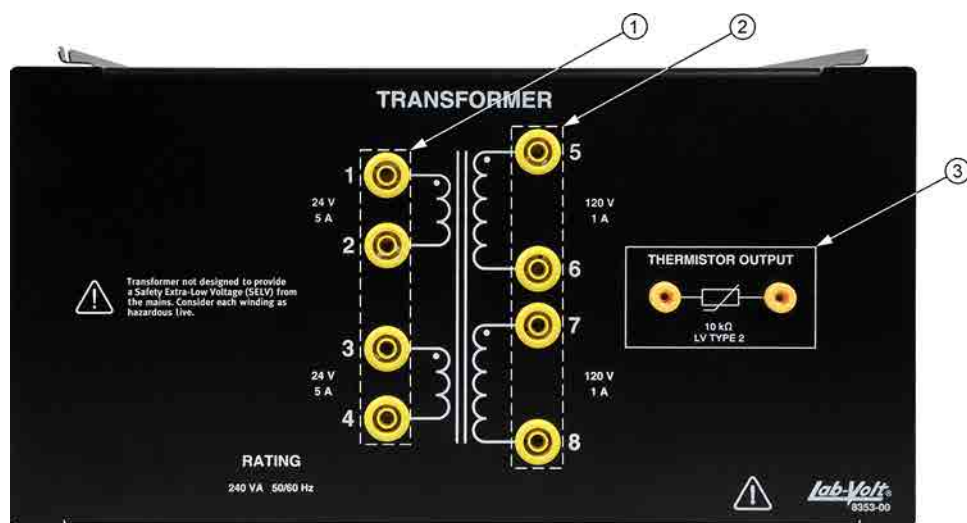


Figura 52: Transformador, modelo 8353.

## Especificaciones

Tabla 18: Especificaciones del transformador, modelo 8353.

Transformador 8353	Modelos: 8353-00, -01, -02
Potencia nominal	240 VA
Características nominales del primario (dos devanados)	24 V ca 5 A para cada arrollamiento o devanado
Características nominales del secundario (dos devanados)	120 V ca 1 A para cada arrollamiento o devanado
Salida de termistor	10 kΩ tipo 2

## Módulo de sincronización, modelo 8621

El Módulo de sincronización, modelo 8621, es un dispositivo de control de potencia encerrado en un módulo EMS de tamaño medio. El Módulo de sincronización se utiliza principalmente para sincronizar dos generadores ca. También puede utilizarse para determinar la secuencia de fases en circuitos trifásicos. El Módulo de sincronización dispone de tres luces indicadoras que indican la diferencia de tensión relativa entre dos circuitos. El brillo de las luces indicadoras aumenta con la diferencia de tensión entre los dos circuitos. El Módulo de sincronización tiene un

interruptor trifásico montado en el panel frontal del módulo. Este interruptor trifásico es tripolar y de un solo tiro. Cada tramo de fase del interruptor trifásico está protegido contra sobrecorrientes y cortocircuitos por un disyuntor termomagnético.

### Control, conectores e indicadores

1. Interruptor trifásico  $S_1$  : este interruptor es tripolar y de un solo tiro. Dispone de tres contactos normalmente abiertos que permiten la conexión de dos circuitos a través de los terminales trifásicos del módulo. Cuando el interruptor  $S_1$  se coloca en la posición O (apagado), sus tres contactos están abiertos, de modo que las tensiones a través de los terminales trifásicos se aplican a las luces indicadoras correspondientes. Por el contrario, cuando el interruptor  $S_1$  se coloca en la posición I (encendido), sus tres contactos se cierran, de modo que las tensiones en los terminales trifásicos son nulas y las luces se apagan.
2. Terminales trifásicos: estos tres pares de tomas de tipo banana (un par por fase) permiten acceder a cada fase del Módulo de sincronización.
3. Luces indicadoras: estas tres lámparas indican el nivel relativo de la tensión a través de sus terminales de fase correspondientes cuando el interruptor trifásico  $S_1$  se coloca en la posición O (apagado). El brillo de estas luces indicadoras aumenta cuando aumenta la diferencia de tensión entre sus terminales de fase. A la inversa, el brillo de estas luces indicadoras disminuye cuando disminuye la diferencia de tensión a través de sus terminales de fase.
4. Botones de reinicio: estos tres botones pulsadores permiten reiniciar manualmente los disyuntores magnéticos de cada tramo de fase.



En el modelo 8621-0A, el color de las tomas de tipo banana de seguridad difiere del que se muestra en la figura siguiente.

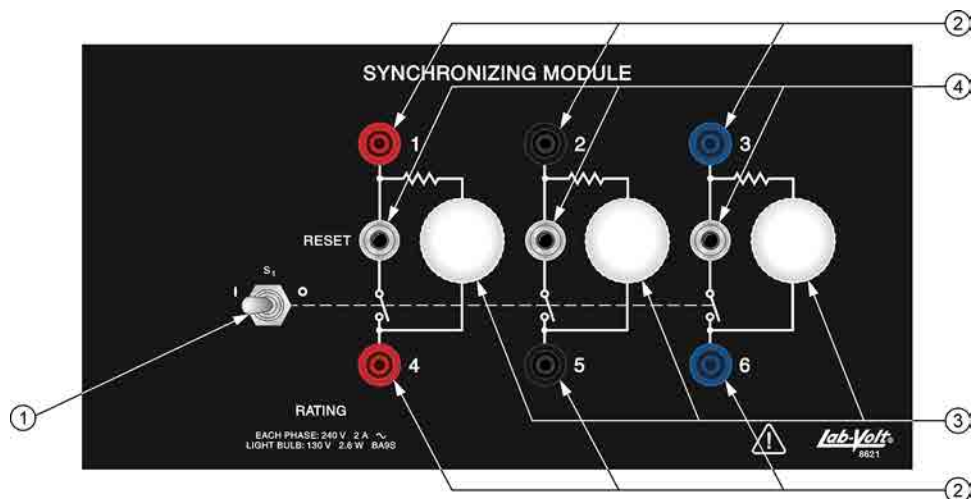


Figura 53: Panel frontal del Módulo de sincronización, modelo 8621-0.



Para sustituir una bombilla, utilice la pieza 70-23965 de Festo o una bombilla equivalente S-6, de rosca candelabro, 6 W, 125 V.

## Especificaciones

Tabla 19: Módulo de sincronización, modelo 8621.

Parámetro	Subparámetro	8621-00, -01, -02	8621-05, -06, -07	8621-0E, -0F	8621-0A
Características	Cada fase	240 V – 2 A ca	440 V – 1 A ca		480 V – 1 A ca
	Bombillas	130 V - 2,6 W - BA9S			
	Disyuntores	2 A	1 A		

## Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-A/-B

El Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-B, es un módulo EMS de tamaño medio que se utiliza para controlar varios dispositivos eléctricos, o para sincronizar dos fuentes de alimentación ca, como un generador sincrónico con una red de alimentación ca. El Módulo de sincronización/contactador trifásico consiste en un contactor trifásico cuya bobina puede activarse:

- manualmente, con un interruptor de palanca.
- automáticamente con un tiristor disparado aplicando a la entrada Control remoto del módulo una señal de bajo nivel (TTL) o, sólo para el modelo 8621-B, un 0-24 V.

Seis tomas de tipo banana de seguridad (un par por fase) permiten la conexión de dispositivos eléctricos o fuentes de alimentación ca a través de los contactos del contactor trifásico. Tres luces indicadoras muestran el nivel relativo de tensión a través de sus correspondientes terminales de contacto.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales de Entrada de alimentación (L y N): estas dos tomas de tipo banana se utilizan para aplicar la tensión de línea a la bobina (bobina A) del contactor trifásico a través del contacto del interruptor Sinc. o a través de un tiristor controlado por una señal de control remota proporcionada. Además, la tensión de línea debe aplicarse a los terminales de entrada de alimentación para que las luces indicadoras (sincronización) estén operativas.

2. Interruptor Sinc.: cuando la tensión de línea se aplica a través de los terminales de entrada de alimentación, este interruptor se puede utilizar para activar o desactivar la bobina A del contactor trifásico. Cuando el interruptor Sinc. se coloca en la posición I (encendido), la tensión de línea se aplica a la bobina A, lo que energiza esta bobina y provoca el cierre de los tres contactos (contactos A) del contactor. Por el contrario, cuando el interruptor Sinc. se coloca en la posición O (apagado), la tensión de línea se retira de la bobina A, lo que la deja sin tensión y disponible para el control remoto.
3. Terminales de Control Remoto: cuando la tensión de línea se aplica a los terminales de la Entrada de alimentación, estas dos tomas miniatura permiten utilizar una señal de control lógico de un nivel adecuado para energizar o desenergizar la bobina A del contactor trifásico.
4. Terminales de contacto: estos tres pares de tomas de tipo banana (un par por fase) permiten conectar dispositivos eléctricos al contactor, o conectar dos fuentes de alimentación ca a ambos lados del contactor.
5. Interruptor Lámparas: este interruptor de palanca debe colocarse en I (encendido) para que las luces indicadoras estén operativas. Además, la tensión de línea debe aplicarse a los terminales Alimentación para que las luces funcionen.
6. Luces indicadoras (de sincronización): estas tres luces indican el nivel relativo de la tensión a través de los tres terminales de contacto correspondientes. Así, el brillo de estas luces aumenta cuando aumenta la diferencia de tensión entre sus terminales de contacto. Por el contrario, el brillo de estas luces disminuye cuando disminuye la diferencia de tensión entre sus terminales de contacto.



Para sustituir una bombilla del modelo 8621-A, utilice la pieza 70414 de Festo o una bombilla equivalente. Los LED del modelo 8621-B no deberían requerir ninguna sustitución.

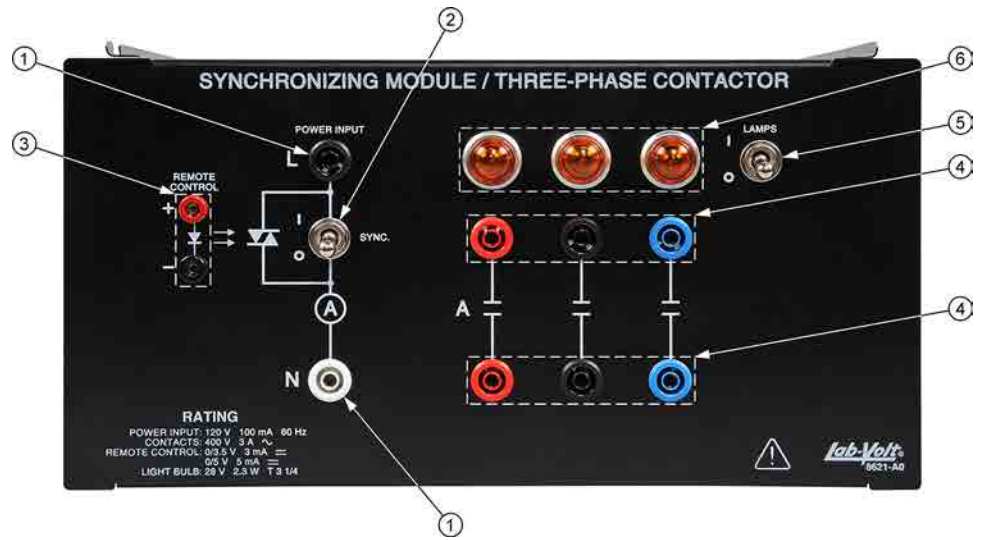


Figura 54: Panel frontal del Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-A.

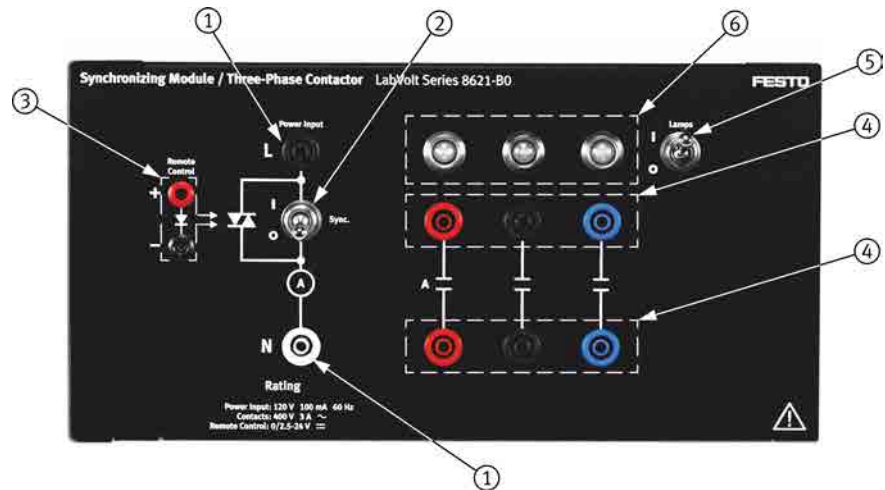


Figura 55: Panel frontal del Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-B.

## Especificaciones

**Tabla 20: Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-A.**

Parámetro	Subparámetro	8621-A0, -A1, -A2	8621-A5, -A6, -A7	8621-AE, -AF	8621-AA
Contactor	Entrada de alimentación	120 V – 100 mA – 60 Hz	220 V – 50 mA – 50 Hz		240 V – 50 mA – 50 Hz
	Contactos	400 V – 3 A ca	600 V – 1,5 A ca		
Entrada Control remoto		0/3,5-5 V cc			
Bombillas		28 V – 2,3 W – T 3 1/4			
Dimensiones (Al × An × P)		154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 pulg)			
Peso neto		3,6 kg (7,9 lb)			
Peso del envío		5,2 kg (11,4 lb)			

**Tabla 21: Módulo de sincronización/Contactor trifásico, modelo 8621-B.**

Parámetro	Subparámetro	8621-B0, -B1, -B2	8621-B5, -B6, -B7	8621-BA
Contactor	Entrada de alimentación	120 V – 50 mA – 60 Hz	220 V – 25 mA – 50/60 Hz	240 V – 25 mA – 50 Hz
	Contactos	400 V – 3 A ca	600 V – 1,5 A ca	
Entrada Control remoto		0/2,5-24 V cc		
Dimensiones (Al × An × P)		154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 pulg)		
Peso neto		3,2 kg (7,1 lb)		
Peso del envío		4,8 kg (10,6 lb)		

## Baterías de plomo-ácido, modelo 8801

El módulo de baterías de plomo-ácido consta de dos baterías de plomo-ácido (VRLA) de 12 V reguladas por válvula y encerradas en un módulo EMS de tamaño medio. Estas baterías forman parte del programa didáctico de formación tecnológica en tecnología de la energía eléctrica y se utilizan para estudiar las características de las baterías de plomo-ácido, así como el almacenamiento de energía eléctrica en diversas aplicaciones, como la generación de electricidad a partir de energía solar y eólica. Pueden cargarse fácilmente utilizando el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960-2.

Las baterías pueden conectarse en serie o en paralelo. La conexión a las baterías se realiza mediante conectores tipo banana de seguridad de 4 mm montados en el panel frontal del módulo. Estos conectores se utilizan cuando se suministran o se extraen grandes cantidades de energía de las baterías. Un par de conectores tipo banana en miniatura (2 mm) montados en el panel frontal del módulo proporcionan acceso a una de las dos baterías a través de un fusible de baja capacidad de restablecimiento automático. Estos conectores en miniatura se utilizan para conectar la batería al banco de ensayo de paneles solares, modelo 8805, o al panel solar, modelo 8806, cuando se realizan ejercicios de laboratorio relacionados con el almacenamiento de energía eléctrica producida a partir de energía solar.

### Control, conectores e indicadores

1. Terminales de la primera batería de plomo-ácido: estos dos conectores de seguridad codificados por colores permiten conectar la primera batería de plomo-ácido a circuitos.
2. Terminales de la segunda batería de plomo-ácido: estos dos conectores de seguridad codificados por colores permiten conectar la segunda batería de plomo-ácido a circuitos. Se puede acceder a esta batería a través de los terminales del fusible de baja capacidad de restablecimiento automático.
3. Terminales de fusible de restablecimiento automático: estos dos conectores en miniatura permiten acceder a una de las dos baterías mediante un fusible de restablecimiento automático de baja capacidad. Se utilizan para conectar la batería al banco de ensayo de paneles solares, modelo 8805, o al panel solar, modelo 8806, cuando se realizan ejercicios de laboratorio relacionados con el almacenamiento de energía eléctrica producida a partir de energía solar.
4. Terminal de entrada de carga en paralelo: este terminal se utiliza para cargar varias baterías de plomo-ácido (conectadas en paralelo) al mismo tiempo utilizando el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960.

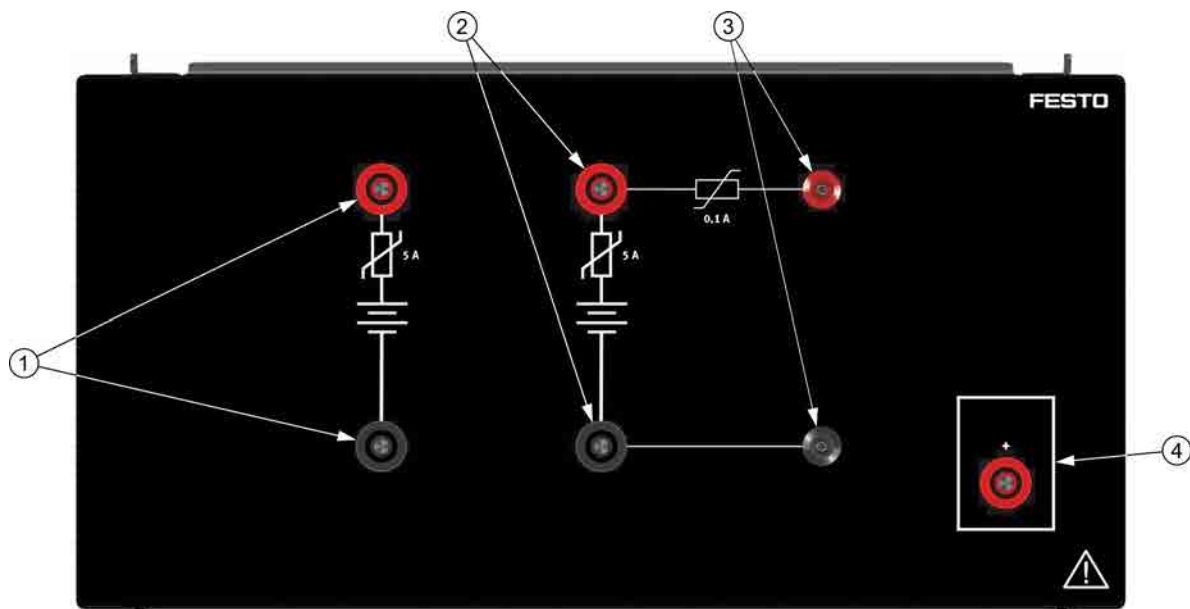


Figura 56: Panel frontal del módulo de baterías de plomo-ácido.

## Mantenimiento

Para optimizar el ciclo de vida de las baterías de las baterías de plomo-ácido y evitar la sulfatación, la batería deben cargarse lo antes posible después de un ciclo de descarga (por ejemplo, después de completar un ejercicio de laboratorio). Las baterías de plomo-ácido no deben almacenarse descargadas durante un periodo de tiempo prolongado.

Además, se recomienda realizar una carga de ecualización cada seis meses. Para ello, efectúe el siguiente procedimiento de dos pasos que recomienda el fabricante de las baterías:

1. Descargue completamente las baterías de plomo-ácido, es decir, hasta una tensión de 10,5 V.
2. Cargue las baterías de plomo-ácido durante 24 horas utilizando una tensión constante de 14,7 V y limitando la corriente de carga a un valor máximo de 0,69 A.

## Prueba de sulfatación

Después de la carga de ecualización, se recomienda comprobar la sulfatación de cada batería. Para ello, espere unas 12 horas después de realizar una carga de ecualización y, a continuación, mida la tensión de circuito abierto en cada batería utilizando un multímetro. Consulte la siguiente tabla para saber si la batería está sulfatada y necesita ser desulfatada o sustituida.

**Tabla 22: Tensión de circuito abierto medida y sulfatación de la batería.**

Tensión de circuito abierto	Sulfatación de la batería
Por debajo de 12,6 V	La batería está sulfatada y debe ser sustituida.
Entre 12,6 V y 12,8 V	La batería está sulfatada, pero se puede desulfatar. Para ello, utilice un cargador comercial con función de desulfatación.
Por encima de 12,8 V	La batería está en buen estado.

## Especificaciones

**Tabla 23: Baterías de plomo-ácido, modelo 8801.**

Baterías de plomo-ácido 8801		Modelos: 8801-00, -01, -02
Baterías	Cantidad	2
	Tipo	De plomo-ácido con válvula reguladora
	Tensión	12 V
	Capacidad	2,3 Ah
	Corriente de carga máxima	0,69 A
	Corriente de descarga máxima	5 A
Fusible de protección de restablecimiento automático	Batería	5 A (corriente de mantenimiento), 10 A (corriente de disparo)
	Lugar de ensayo	0,1 A (corriente de mantenimiento), 0,2 A (corriente de disparo)

<p align="center"><b>Baterías de plomo-ácido</b> <b>8801</b></p>	<p align="center"><b>Modelos:</b> <b>8801-00, -01, -02</b></p>
<p>Dimensiones (Al. × An. × Pr.)</p>	<p>154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 in)</p>
<p>Peso</p>	<p>4,6 kg (10,2 lb)</p>

## Bloque de baterías de plomo, modelo 8802-1

El Bloque de baterías de plomo, modelo 8802-1, es un módulo EMS de tamaño medio que aloja cuatro baterías de plomo-ácido de 12 V conectadas en serie. Por lo tanto, el Bloque de baterías de plomo proporciona una tensión cc fija de 48 V, disponible en dos tomas de tipo banana de seguridad, codificadas por colores, en el panel frontal del módulo. Tres puntos de prueba de tensión de baterías permiten medir la tensión que provee cada una de las cuatro baterías de 12 V. Un terminal de entrada de carga en paralelo permite cargar varios bloques de baterías de plomo conectados en paralelo al mismo tiempo. Un voltímetro mide la tensión a través del bloque de baterías.

El Bloque de baterías de plomo está protegido contra sobrecorrientes y cortocircuitos mediante fusibles electrónicos que se reinician automáticamente. El Bloque de baterías de plomo puede utilizarse como fuente de alimentación de 48 V cc, y en aplicaciones de producción y almacenamiento de energía implementadas con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.


### Control, conectores e indicadores

1. Terminales del Bloque de baterías de plomo: estas dos tomas de seguridad codificadas por colores permiten conectar el Bloque de baterías de plomo a los circuitos.
2. Terminales de los Puntos de prueba de tensión de baterías: estas tres tomas de seguridad se utilizan para medir la tensión suministrada por cada una de las cuatro baterías de 12 V del Bloque de baterías de plomo. Estos terminales se utilizan únicamente para realizar mediciones de tensión.

### *AVISO*

No utilice nunca ninguno de los tres terminales de los Puntos de prueba de tensión de baterías para alimentar circuitos. Esta situación, si no se evita, puede provocar daños en las baterías.

3. Voltímetro: este voltímetro mide y muestra la tensión a través del Bloque de baterías de plomo. La tensión medida puede utilizarse para aproximar el estado de carga del bloque de baterías. Cuanto menor sea la tensión medida, menor será el estado de carga del bloque de baterías.
4. Terminal Entrada de carga en paralelo: este terminal se utiliza para cargar varios bloques de baterías de plomo (conectadas en paralelo) al mismo tiempo, utilizando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960.

	<b>⚠ ATENCIÓN</b>
<p>El Bloque de baterías de plomo, modelo 8802-1, es un módulo pesado. Por lo tanto, instálelo en un compartimento de altura media del puesto de trabajo, o en la sección inferior de un compartimento de altura completa del puesto de trabajo, como se indica en la Unidad de aprendizaje 4 de este documento.</p>	

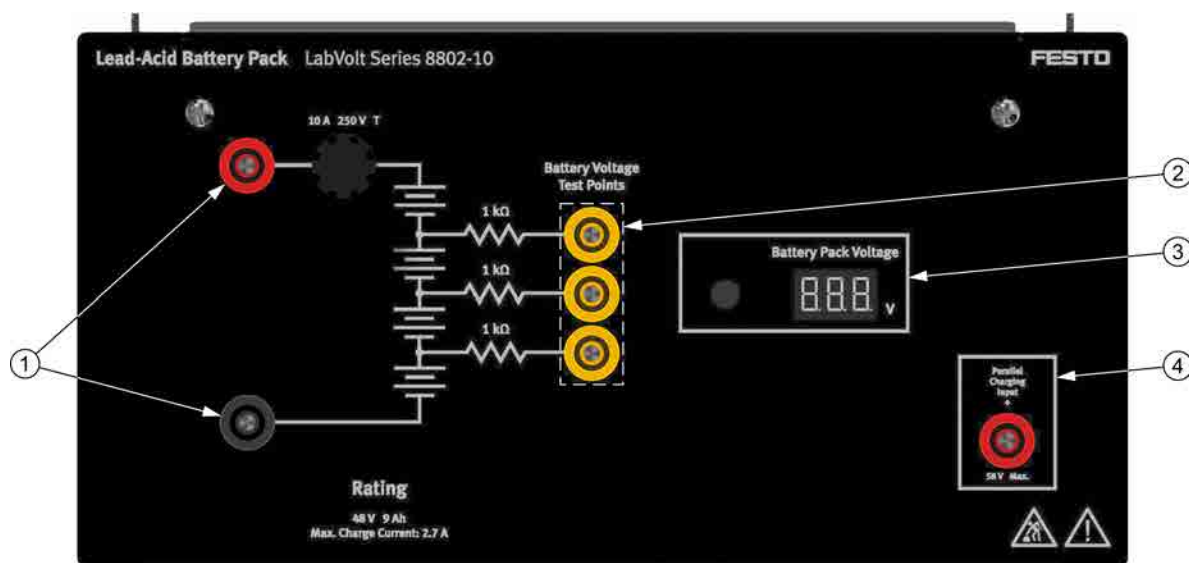


Figura 57: Panel frontal del Bloque de baterías de plomo, modelo 8802-1.

## Mantenimiento

Para optimizar el ciclo de vida de las baterías del Bloque de baterías de plomo y evitar la sulfatación, el bloque de baterías debe cargarse lo antes posible después de un ciclo de descarga (por ejemplo, después de finalizar un ejercicio de laboratorio). El Conjunto de baterías de plomo nunca debe almacenarse con las baterías descargadas durante un período de tiempo prolongado.

Además, se recomienda realizar una carga de ecualización cada seis meses. Para ello, realice el siguiente procedimiento en dos pasos recomendado por el fabricante de la batería:

- Descargue completamente el Bloque de Baterías de plomo hasta una tensión de 42 V.
- Cargue el Bloque de Baterías de plomo durante 24 horas utilizando un voltaje constante de 58,8 V mientras limita la corriente de carga a un valor máximo de 2,7 A.

### Prueba de sulfatación

Después de la carga de ecualización, se recomienda comprobar la sulfatación de cada batería. Para ello, espere unas 12 horas después de realizar una carga de ecualización y, a continuación, mida la tensión de circuito abierto en cada batería con un multímetro. Consulte la siguiente tabla para saber si la batería está sulfatada y necesita ser desulfatada o sustituida.

**Tabla 24: Tensión de circuito abierto medida y sulfatación de la batería.**

Tensión de circuito abierto	Sulfatación de la batería
Menos de 12,6 V	La batería está sulfatada y debe ser sustituida.
Entre 12,6 V y 12,8 V	La batería está sulfatada, pero puede desulfatarse. Para ello, utilice un cargador comercial con función de desulfatación.
Más de 12,8 V	La batería está en buen estado.

### Especificaciones

**Tabla 25: Bloque de baterías de plomo, modelo 8802-1.**

Bloque de baterías de plomo 8802-1		Modelos: 8802-10, -11, -12
Bloque de baterías	Tipo	4 baterías de plomo reguladas mediante válvula
	Tensión	48 V (12 V para cada batería)

<b>Bloque de baterías de plomo 8802-1</b>		<b>Modelos: 8802-10, -11, -12</b>
	Capacidad	9 Ah
	Corriente de carga máxima	2,7 A
	Corriente de descarga máxima	7 A
	Entrada de carga en paralelo	58 V máx.
Fusibles de protección de reinicio automático	Bloque de baterías	7 A (corriente de mantenimiento), 14 A (corriente de disparo)
	Puntos de prueba (3)	0,2 A (corriente de mantenimiento), 0,4 A (corriente de disparo)
Dimensiones (Al. × An. × Pr.)		154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 in)
Peso		13,8 kg (30,4 lb)

### **Bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-B**

El bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-C, es un medio módulo EMS que contiene 39 celdas recargables de iones de litio en formato estándar 18650 con una tensión nominal de 3,6 V. Estas celdas se conectan en paralelo en bloques de tres, y estos bloques (13×) se conectan en serie (13S3P). Todas estas celdas forman un bloque de baterías de 48 V, 10,2 Ah, al que se accede a través de dos terminales de color rojo y negro situados en la parte izquierda del panel frontal.

Un circuito especializado, denominado sistema de gestión de baterías (Battery Management System, BMS) mide varios parámetros de la batería y controla un relé de protección y los circuitos de equilibrado de las celdas. Este sistema debe estar conectado al procesador interno (CPU) mediante un cable telefónico RJ11 (terminales IMA/IPA a IM/IP) en el centro del panel frontal. La CPU garantiza que todas las celdas funcionan en condiciones seguras, activa (enviando una orden al BMS) el relé de protección si es necesario y activa los circuitos de equilibrado de tensión de las celdas. La CPU y el BMS utilizan una fuente de alimentación eléctrica externa de 24 V AC (entrada de baja potencia), por lo que no consumen energía de la batería.

El panel frontal cuenta con 4 LED verdes que proporcionan una indicación aproximada del estado de carga (SOC) de la batería. Además, 12 LED de estado de la batería proporcionan información sobre su funcionamiento. Los LED rojos indican fallos que

han causado la desconexión del bloque de baterías por parte del relé de protección en serie con el terminal rojo.

El bloque de baterías de iones de litio puede utilizarse como fuente de alimentación eléctrica de 48 V DC y en aplicaciones de producción y almacenamiento de energía implementadas con los equipo para enseñanza práctica de tecnología de la energía eléctrica, a modo de sustituto del bloque de baterías de plomo-ácido, modelo 8802-1. Se pueden conectar dos o tres módulos en serie para producir un bloque de baterías de 96 V, 10,2 Ah o 144 V, 10,2 Ah respectivamente. Sin embargo, antes de conectar módulos en serie, cada módulo debe tener un SOC del 100 %.

Para cargar el módulo del bloque de baterías, recomendamos utilizar el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960-3 (en modo de fuente de alimentación eléctrica).

- Para la carga nocturna, sin realizar mediciones, solo se pueden utilizar los módulos de dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de bloque de baterías de plomo-ácido. Además de las conexiones de los cables positivo y negativo, debe conectarse el cable USB entre los dos módulos.
- Si desea realizar mediciones en el laboratorio, utilice el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (en modo fuente de alimentación eléctrica) y conecte su conector USB al ordenador que ejecuta el software LVDAC-EMS, con la ventana del cargador de iones de litio abierta. También es necesario conectar el cable RJ45 del módulo de bloque de baterías a este mismo ordenador.

En ambos casos, la carga comenzará con una corriente constante (CC) igual a la corriente de carga máxima, y continuará con una tensión constante (CV) igual a la tensión de carga máxima. Durante la fase de tensión constante, el cargador reducirá progresivamente la corriente de carga para no superar el límite de tensión de carga. Cuando la corriente desciende por debajo de la corriente de corte, finaliza la carga.

El módulo de batería puede descargarse o cargarse durante los ejercicios de laboratorio. Se recomienda realizar ejercicios con un SOC inferior al 75 %. Esto garantiza que se obtiene toda la corriente de carga sin que se dispare ninguna protección.

## Control, conectores e indicadores

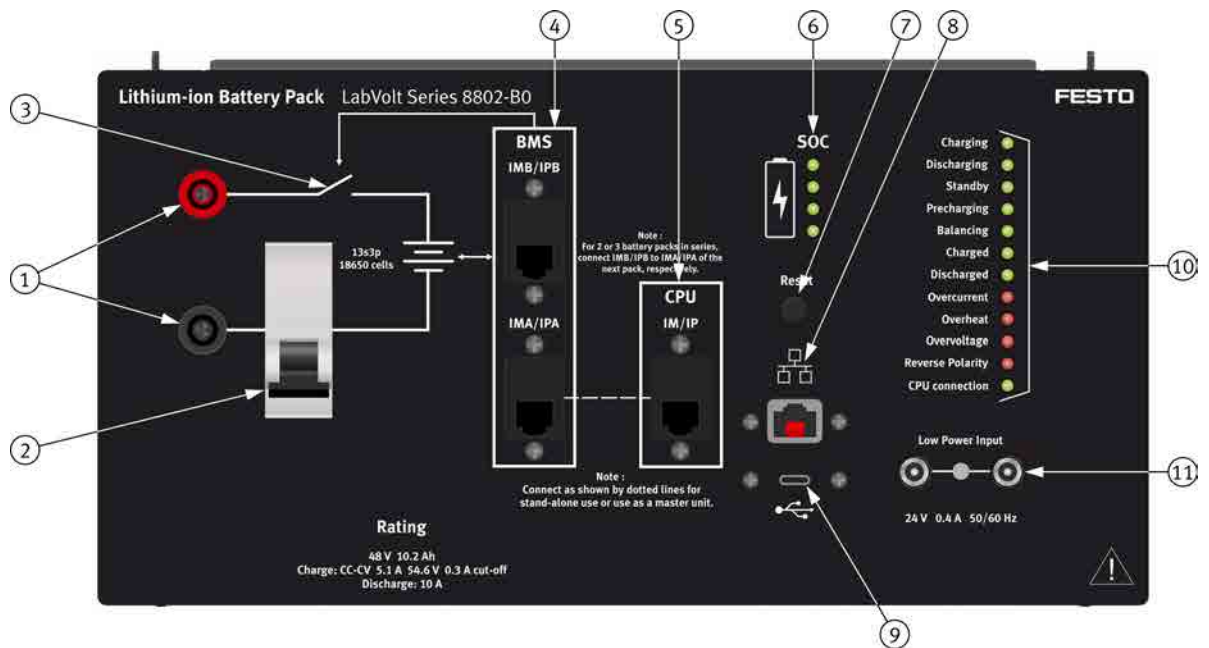


Figura 58: Panel frontal del bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-B.

1. Terminales del bloque de baterías de iones de litio: estos dos conectores de seguridad codificados por colores permiten conectar el módulo a circuitos externos.
2. Interruptor de protección: desconecta la batería de las corrientes de cortocircuito o sobrecarga en caso de que el BMS aún no haya abierto el relé de protección.
3. Relé de protección: controlado por el BMS. Desconecta el bloque de baterías del circuito externo en caso de que el BMS detecte una condición fuera del rango de funcionamiento seguro de la batería.
4. Terminales BMS: estos dos terminales telefónicos RJ11 conectan el sistema de gestión de baterías (BMS) al procesador (CPU) o a otras baterías cuando se utilizan varios módulos en serie para aumentar la tensión del bloque de baterías.
  - Para el funcionamiento con un solo bloque de baterías, conecte el terminal IMA/IPA a IM/IP siguiendo las líneas de puntos. Esto permite a la CPU comunicarse con el BMS a través de la interfaz de periféricos en serie ISO (ISO-SPI).
  - Para el funcionamiento con dos bloques de baterías conectados en serie, conecte IMB/IPB del primer bloque a IMA/IPA del segundo bloque. De esta forma, tan solo la CPU del primer módulo se comunica con ambos BMS.

- Para el funcionamiento con tres bloques de baterías conectados en serie, se aplica el mismo principio que para dos bloques de baterías. Tan solo la CPU del primer bloque de baterías se comunica con los tres BMS.

La función del BMS es medir la tensión y la temperatura de cada bloque de tres celdas conectadas en paralelo, así como medir la corriente total de la batería. Envía esta información a la CPU mediante comunicación ISO-SPI para su análisis. El BMS también puede activar el relé de protección y los circuitos de equilibrado de tensión de las celdas tras una orden de la CPU.

5. CPU: la CPU es un ordenador que funciona con el sistema operativo Linux. Controla el BMS, se conecta al ordenador del usuario a través del software LVDAC-EMS o se conecta a un módulo 8960-3 para la recarga. La CPU utiliza la información del BMS para controlar el relé de protección o activar circuitos de equilibrado para equilibrar las tensiones de los 13 bloques de celdas. La CPU también calcula el SOC.

El terminal telefónico RJ11 (IM/IP) debe conectarse al terminal IMA/IPA, como se ha explicado anteriormente.

6. LED del SOC: proporcionan una indicación aproximada del SOC de la batería. Se puede obtener un valor más preciso utilizando el software LVDAC-EMS.
7. Botón RESET: reinicia el funcionamiento de la batería cuando se detecta un fallo, forzando la apertura del relé de protección. La condición que ha causado el fallo debe eliminarse antes de reiniciar el módulo pulsando el botón RESET.
8. Conector RJ45: sirve para conectarse al ordenador del usuario y comunicarse con el software LVDAC-EMS. Esta conexión Ethernet no es necesaria para el funcionamiento del módulo de bloque de baterías.
9. Puerto USB: permite la conexión directa al dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (8960-3), posibilitando la recarga con parámetros adaptados a las configuraciones (8802-B o 8802-C) y al tipo de batería, al tiempo que se satisfacen las especificaciones técnicas.
10. LED de estado del bloque de baterías: estos LED están divididos en dos partes. Los LED verdes indican los estados de servicio normal y los rojos los estados de fallo. A continuación se ofrece una descripción más detallada de cada LED:
  - **Cargando** indica que la batería se está cargando normalmente.
  - **Descargando** indica que la batería se está descargando normalmente.
  - **En espera** indica que el bloque de baterías está en espera, sin cargar ni descargar.
  - **Precarga** indica que el bloque de baterías detecta que está conectado a condensadores y los recarga a través de una resistencia para limitar la corriente.

- **Equilibrado** indica que el BMS ha activado los circuitos de equilibrado para equilibrar las tensiones en los 13 bloques de celdas.
  - **Cargada** indica que la batería está completamente cargada. Si la carga realiza el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (8960-3), la CPU también envía una señal a través del cable USB para detener la carga.
  - **Descargada** indica que el SOC de la batería es lo suficientemente bajo como para que sea necesario cargarla. La CPU envía una orden para abrir relé de protección y, así, evitar que se siga descargando el bloque de baterías. Para restablecer este fallo, desconecte el bloque de baterías y conéctelo a una fuente de tensión superior a la tensión del bloque de baterías.
  - **Sobrecorriente** indica que la corriente de carga o descarga ha superado los límites. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Para restablecer este fallo, elimine la condición que creó la sobrecorriente y, a continuación, pulse el botón RESET.
  - **Sobrecalentamiento** indica que la temperatura de una o más celdas ha superado el límite. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Este fallo se restablece automáticamente cuando la temperatura desciende hasta un nivel seguro.
  - **Sobretensión** indica que uno o más bloques de celdas ha alcanzado una tensión demasiado alta. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Para restablecer este fallo, elimine la condición que creó la sobretensión y, a continuación, pulse el botón RESET.
  - **Polaridad inversa** indica que se ha detectado una tensión negativa en los terminales del bloque de baterías. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Para restablecer este fallo, invierta la conexión a los terminales del bloque de baterías y, a continuación, pulse el botón RESET.
  - **Conexión CPU** indica cuándo la CPU está conectada al BMS. Este LED debe estar siempre encendido para garantizar el funcionamiento normal de la batería. Si no se enciende, compruebe que ha conectado el terminal IMA/IPA a IM/IP. Cuando se conectan varios módulos en serie, tan solo un módulo tendrá su CPU conectada y, por lo tanto, únicamente se encenderá su LED.
11. Terminales de entrada de baja potencia: se necesita una fuente de alimentación eléctrica de 24 V AC para alimentar la CPU y el BMS a través de cualquiera de estos terminales. Como ambos terminales están conectados, cuando se alimenta uno de ellos, el otro puede utilizarse para alimentar otro módulo.

## Mantenimiento

Para garantizar una vida útil óptima, guarde el bloque de baterías de iones de litio en las siguientes condiciones:

- SOC del 40 %
- Temperatura de 15 °C (59 °F)

El almacenamiento con un SOC inferior al 80 % y a una temperatura inferior a 27 °C (80,6 °F) es aceptable.

Teniendo esto en cuenta, al final de un ejercicio, **no** es recomendable recargar la batería si el SOC es superior al 40 %. Sin embargo, si sabe que el próximo uso a corto plazo de la batería será únicamente para descargarla, puede realizar una carga completa.

Todas las celdas de un módulo proceden del mismo lote de producción. Una vez instaladas, las celdas no deben retirarse a fin de mantener un estado de salud equilibrado. Cada celda está protegida por un fusible en miniatura situado en la placa de circuito impreso para evitar el riesgo de incendio por una inserción incorrecta en el soporte de la celda. Si alguno de estos fusibles está dañado (circuito abierto), el módulo debe devolverse para su reparación en fábrica.

### ADVERTENCIA

**Utilice únicamente con el kit de baterías certificado.** Este módulo está diseñado exclusivamente para funcionar con el kit de pilas P/N 8200281. No lo utilice con ninguna otra fuente de alimentación. Las pilas se venden por separado y deben adquirirse con el kit correspondiente.

## Especificaciones

Tabla 26: Bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-B.

Bloque de baterías de iones de litio 8802-B	Modelos: 8802-B0, -B1, -B2
Tipo de celda	iones de litio
Cátodo de celda	Óxido de níquel, manganeso y cobalto (NMC)
Dimensiones de la celda (diámetro, longitud)	18650 (18,6 mm, 65,2 mm)

<b>Bloque de baterías de iones de litio 8802-B</b>	<b>Modelos: 8802-B0, -B1, -B2</b>
Tensión (nominal)	48 V ( $\approx 13 \times 3,6$ V)
Tensión de descarga mínima	32,5 V
Tensión de carga máxima	54,6 V
Corriente de corte de carga	0,3 A
Capacidad	10,2 Ah ( $3 \times 3,4$ Ah)
Corriente de carga máxima	5,1 A
Corriente de descarga máxima	10 A
Modo de carga	Corriente constante/tensión constante (CC-CV)
Tiempo de carga	2,5 h
Apilado de series	2× (96 V, 10,2 Ah) o 3× (144 V, 10,2 Ah)
Fusibles PCB (39)	20 A
Corriente de disparo del interruptor de protección	10 A
BMS	LTC6813
CPU	Raspberry Pi CM4
Requisitos eléctricos	24 V, 0,4 A, 50/60 Hz
Accesorios incluidos	Cable de baja tensión de 24 V (1) Cable telefónico RJ11 (1) Cable RJ45 (1) Cable USB-C a USB-B (1) Celdas 18650 (39)
Dimensiones (Al. × An. × Pr.)	154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 in)

<b>Bloque de baterías de iones de litio</b> <b>8802-B</b>	<b>Modelos:</b> <b>8802-B0, -B1, -B2</b>
Peso	6,6 kg (14,55 lb)

## Bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-C

El bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-C, es un medio módulo EMS que contiene 13 celdas recargables de iones de litio en formato estándar 18650 con una tensión nominal de 3,6 V. Estas 13 celdas están conectadas en serie (13S1P). Todas estas celdas forman un bloque de baterías de 48 V, 3,4 Ah, al que se accede a través de dos terminales de color rojo y negro situados en la parte izquierda del panel frontal.

Un circuito especializado, denominado sistema de gestión de baterías (Battery Management System, BMS) mide varios parámetros de la batería y controla un relé de protección y los circuitos de equilibrado de las celdas. Este sistema debe estar conectado al procesador interno (CPU). La CPU garantiza que todas las celdas funcionan en condiciones seguras, activa (enviando una orden al BMS) el relé de protección si es necesario y activa los circuitos de equilibrado de tensión de las celdas. La CPU y el BMS utilizan una fuente de alimentación eléctrica externa de 24 V AC (entrada de baja potencia), por lo que no consumen energía de la batería.

El panel frontal cuenta con 4 LED verdes que proporcionan una indicación aproximada del estado de carga (SOC) de la batería. Además, 12 LED de estado de la batería proporcionan información sobre su funcionamiento. Los LED rojos indican fallos que han causado la desconexión del bloque de baterías por parte del relé de protección en serie con el terminal rojo.

Este bloque de baterías está diseñado para estudiar el comportamiento de las baterías de iones de litio en un tiempo razonable de laboratorio utilizando el curso "Baterías de iones de litio". Con el software LVDAC-EMS, es posible medir las tensiones y temperaturas de celdas individuales y controlar manualmente los circuitos de equilibrado.

Para cargar el módulo del bloque de baterías, recomendamos utilizar el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960-3 (en modo de fuente de alimentación eléctrica).

- Para la carga nocturna, sin realizar mediciones, solo se pueden utilizar los módulos de dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y de bloque de baterías de plomo-ácido. Además de las conexiones de los cables positivo y negativo, debe conectarse el cable USB entre los dos módulos.
- Si desea realizar mediciones en el laboratorio, utilice el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (en modo fuente de alimentación eléctrica) y conecte su conector USB al ordenador que ejecuta el software LVDAC-EMS, con la ventana del cargador de iones de litio abierta. También es necesario conectar el cable RJ45 del módulo de bloque de baterías a este mismo ordenador.

En ambos casos, la carga comenzará con una corriente constante (CC) igual a la corriente de carga máxima, y continuará con una tensión constante (CV) igual a la tensión de carga máxima. Durante la fase de tensión constante, el cargador reducirá progresivamente la corriente de carga para no superar el límite de tensión de carga. Cuando la corriente desciende por debajo de la corriente de corte, finaliza la carga.

### Control, conectores e indicadores

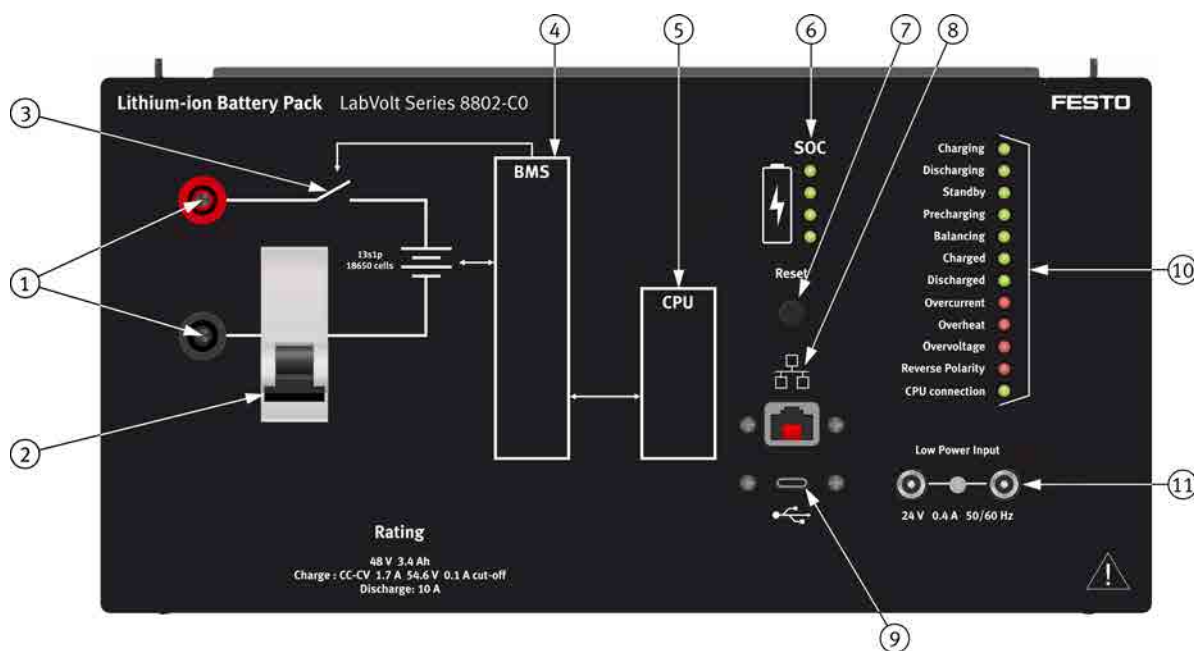


Figura 59: Panel frontal del bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-C.

1. Terminales del bloque de baterías de iones de litio: estos dos conectores de seguridad codificados por colores permiten conectar el módulo a circuitos externos.
2. Interruptor de protección: desconecta la batería de las corrientes de cortocircuito o sobrecarga en caso de que el BMS aún no haya abierto el relé de protección.
3. Relé de protección: controlado por el BMS. Desconecta el bloque de baterías del circuito externo en caso de que el BMS detecte una condición fuera del rango de funcionamiento seguro de la batería.
4. Sistema de gestión de baterías (BMS): mide la tensión y la temperatura de cada celda, así como la corriente total de la batería. A continuación, el BMS envía esta información a la CPU mediante comunicación ISO-SPI para su análisis. El BMS también puede activar el relé de protección y los circuitos de equilibrado de tensión de las celdas tras una orden de la CPU.

5. CPU: la CPU es un ordenador que funciona con el sistema operativo Linux. Controla el BMS, se conecta al ordenador del usuario a través del software LVDAC-EMS o se conecta a un módulo 8960-3 para la recarga. La CPU utiliza la información del BMS para controlar el relé de protección o activar circuitos de equilibrado para equilibrar las tensiones de las 13 celdas. La CPU también calcula el SOC.
6. LED del SOC: proporcionan una indicación aproximada del SOC de la batería. Se puede obtener un valor más preciso utilizando el software LVDAC-EMS.
7. Botón RESET: reinicia el funcionamiento de la batería cuando se detecta un fallo, forzando la apertura del relé de protección. La condición que ha causado el fallo debe eliminarse antes de reiniciar el módulo pulsando el botón RESET.
8. Conector RJ45: sirve para conectarse al ordenador del usuario y comunicarse con el software LVDAC-EMS. Esta conexión Ethernet no es necesaria para el funcionamiento del módulo de bloque de baterías.
9. Puerto USB: permite la conexión directa al dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (8960-3), posibilitando la recarga con parámetros adaptados a las configuraciones (8802-B o 8802-C) y al tipo de batería, al tiempo que se satisfacen las especificaciones técnicas.
10. LED de estado del bloque de baterías: estos LED están divididos en dos partes. Los LED verdes indican los estados de servicio normal y los rojos los estados de fallo. A continuación se ofrece una descripción más detallada de cada LED:
  - **Cargando** indica que la batería se está cargando normalmente.
  - **Descargando** indica que la batería se está descargando normalmente.
  - **En espera** indica que el bloque de baterías está en espera, sin cargar ni descargar.
  - **Precarga** indica que el bloque de baterías detecta que está conectado a condensadores y los recarga a través de una resistencia para limitar la corriente.
  - **Equilibrado** indica que el BMS ha activado los circuitos de equilibrado para equilibrar las tensiones en las 13 celdas.
  - **Cargada** indica que la batería está completamente cargada. Si la carga la realiza el dinamómetro/fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (8960-3), la CPU también envía una señal a través del cable USB para detener la carga.
  - **Descargada** indica que el SOC de la batería es lo suficientemente bajo como para que sea necesario cargarla. La CPU envía una orden para abrir relé de protección y, así, evitar que se siga descargando el bloque de baterías. Para restablecer este fallo, desconecte el bloque de baterías y

conéctelo a una fuente de tensión superior a la tensión del bloque de baterías.

- **Sobrecorriente** indica que la corriente de carga o descarga ha superado los límites. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Para restablecer este fallo, elimine la condición que creó la sobrecorriente y, a continuación, pulse el botón RESET.
- **Sobrecalentamiento** indica que la temperatura de una o más celdas ha superado el límite. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Este fallo se restablece automáticamente cuando la temperatura desciende hasta un nivel seguro.
- **Sobretensión** indica que uno o más bloques de celdas ha alcanzado una tensión demasiado alta. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Para restablecer este fallo, elimine la condición que creó la sobretensión y, a continuación, pulse el botón RESET.
- **Polaridad inversa** indica que se ha detectado una tensión negativa en los terminales del bloque de baterías. La CPU envía una orden para abrir el relé de protección. Para restablecer este fallo, invierta la conexión a los terminales del bloque de baterías y, a continuación, pulse el botón RESET.
- **Conexión CPU** indica cuándo la CPU está conectada al BMS. Este LED debe estar siempre encendido para garantizar el funcionamiento normal de la batería.

11. Terminales de entrada de baja potencia: se necesita una fuente de alimentación eléctrica de 24 V AC para alimentar la CPU y el BMS a través de cualquiera de estos terminales. Como ambos terminales están conectados, cuando se alimenta uno de ellos, el otro puede utilizarse para alimentar otro módulo.

## Mantenimiento


Para garantizar una vida útil óptima, guarde el bloque de baterías de iones de litio en las siguientes condiciones:

- SOC del 40 %
- Temperatura de 15 °C (59 °F)

El almacenamiento con un SOC inferior al 80 % y a una temperatura inferior a 27 °C (80,6 °F) es aceptable.

Teniendo esto en cuenta, al final de un ejercicio, **no** es recomendable recargar la batería si el SOC es superior al 40 %. Sin embargo, si sabe que el próximo uso a corto plazo de la batería será únicamente para descargarla, puede realizar una carga completa.

Todas las celdas de un módulo proceden del mismo lote de producción. Una vez instaladas, las celdas no deben retirarse a fin de mantener un estado de salud equilibrado.

 <b>ADVERTENCIA</b>
<b>Utilice únicamente con el kit de baterías certificado.</b> Este módulo está diseñado exclusivamente para funcionar con el kit de pilas P/N 8200282. No lo utilice con ninguna otra fuente de alimentación. Las pilas se venden por separado y deben adquirirse con el kit correspondiente.

## Especificaciones

Tabla 27: Bloque de baterías de iones de litio, modelo 8802-C.

Bloque de baterías de iones de litio 8802-C	Modelos: 8802-C0, -C1, -C2
Tipo de celda	Iones de litio
Cátodo de celda	Óxido de níquel, manganeso y cobalto (NMC)
Dimensiones de la celda (diámetro, longitud)	18650 (18,6 mm, 65,2 mm)
Tensión (nominal)	48 V ( $\approx 13 \times 3,6$ V)
Tensión de descarga mínima	32,5 V
Tensión de carga máxima	54,6 V
Corriente de corte de carga	0,1 A
Capacidad	3,4 Ah
Corriente de carga máxima	1,7 A
Corriente de descarga máxima	10 A
Modo de carga	Corriente constante/tensión constante (CC-CV)

<b>Bloque de baterías de iones de litio 8802-C</b>	<b>Modelos: 8802-C0, -C1, -C2</b>
Tiempo de carga	2,5 h
Apilado de series	No es posible
Corriente de disparo del interruptor de protección	10 A
BMS	LTC6813
CPU	Raspberry Pi CM4
Requisitos eléctricos	24 V, 0,4 A, 50/60 Hz
Accesorios incluidos	Cable de baja tensión de 24 V (1) Cable RJ45 (1) Cable USB-C a USB-B (1) Celdas 18650 (13)
Dimensiones (Al. × An. × Pr.)	154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 in)
Peso	5,4 kg (12,0 lb)

## Fuente de alimentación, modelo 8821-2

La Fuente de alimentación está encerrada en un módulo EMS de tamaño normal. Puede utilizarse para alimentar la mayoría de los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica. Esta Fuente de alimentación suministra corriente cc y ca, tanto fija como variable, monofásica y trifásica. Las tomas de tipo banana de seguridad codificadas por colores permiten acceder a todas las fuentes de alimentación de la Fuente de alimentación. Todas estas fuentes de alimentación pueden utilizarse simultáneamente, siempre que la corriente total consumida no supere la corriente nominal máxima. Un voltímetro integrado con selector y pantalla de cristal líquido (LCD) indica la tensión suministrada por cualquiera de las fuentes de alimentación. Las entradas y salidas de la Fuente de alimentación están protegidas por disyuntores independientes.

La Fuente de alimentación tiene un interruptor principal/protector suplementario que se utiliza para encender y apagar la alimentación principal. El interruptor principal/protector suplementario protege todas las líneas de alimentación de la Fuente de alimentación contra sobrecorrientes. Los tres indicadores LED del panel frontal de la Fuente de alimentación se encienden cuando se enciende la alimentación principal. Hay un LED por fase. Una salida de 24 V ca proporciona la baja tensión necesaria para

alimentar determinados módulos EMS, como la Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063.

Para alimentar la Fuente de alimentación se utiliza un cable de alimentación ca flexible de cinco hilos, terminado con un enchufe de cinco clavijas de cierre por torsión y una tapa de línea. Por razones de seguridad, un enclavamiento mecánico en la tapa de línea impide que los estudiantes retiren la Fuente de alimentación del puesto de trabajo EMS mientras está energizada, manteniéndola bloqueada al puesto de trabajo.

La Fuente de alimentación requiere una instalación de servicio trifásica, conectada en estrella y de cinco hilos. Con la Fuente de alimentación se suministra un enchufe o una toma mural adecuados para que el punto de conexión de la red de alimentación ca de su aula pueda terminarse correctamente a fin de que coincida con el cable de alimentación ca de la Fuente de alimentación. Además de las clavijas trifásica y neutra, una toma de tierra de cobre independiente permite la correcta conexión a tierra del chasis de la Fuente de alimentación y de los compartimentos del puesto de trabajo, proporcionando así mayor seguridad a los estudiantes que utilizan la Fuente de alimentación.

### **Control, conectores e indicadores**

1. Interruptor de alimentación principal/Protector suplementario: este interruptor de encendido/apagado (E/S) se utiliza para encender y apagar la alimentación principal. Cuando el Interruptor de alimentación principal/Protector suplementario está en on (I), se aplica alimentación a todos los terminales de salida, excepto a la sección Salida Baja potencia de 24 V. El Interruptor de alimentación principal/Protector suplementario protege todas las líneas de entrada de alimentación de la Fuente de alimentación contra sobrecorrientes.
2. Perilla de control de la tensión: esta perilla permite variar el porcentaje de la tensión nominal aplicada a los terminales de salida variable ca y cc.
3. Voltímetro: voltímetro ca/cc con pantalla de cristal líquido (LCD) que indica la tensión presente entre los terminales seleccionados en ese momento.
4. Perilla de selección del voltímetro: esta perilla permite seleccionar los terminales de salida para los que el voltímetro indica la tensión medida.

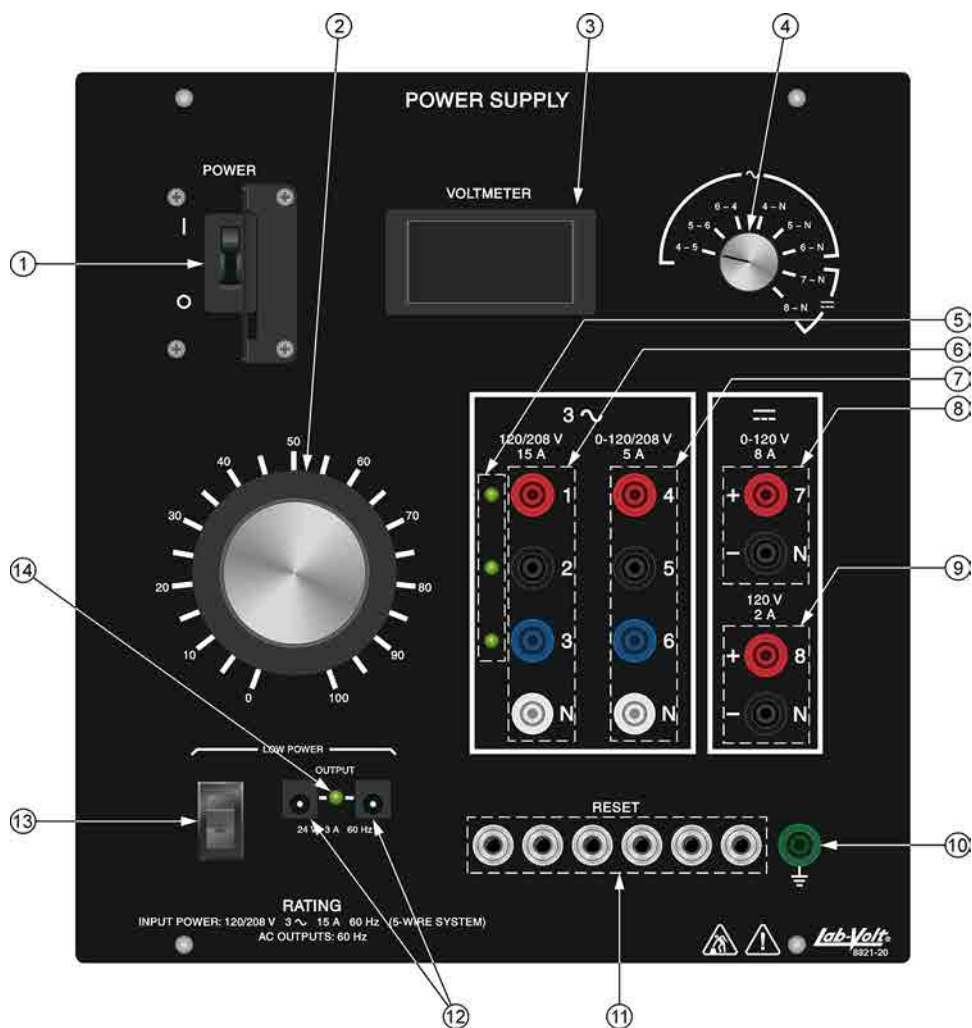


Figura 60: Panel frontal de la Fuente de alimentación, modelo 8821-2.

- Indicadores de alimentación principal: estos LED se encienden cuando se enciende la alimentación principal. Hay una luz por fase.

### AVISO

La Fuente de alimentación, modelo 8821, es un módulo muy pesado. Debe instalarse en un compartimento de altura completa en la parte inferior del puesto de trabajo, como se indica en la Unidad de aprendizaje 4 del presente documento.

- Salida de tensión fija, trifásica, de cuatro hilos (terminales 1, 2, 3 y N del panel frontal): estas tomas de tipo banana proporcionan una tensión ca trifásica fija.

7. Salida de tensión variable, trifásica, de cuatro hilos (terminales 4, 5, 6 y N del panel frontal): estas tomas de tipo banana proporcionan una tensión ca cuyo nivel puede variarse manualmente, utilizando la perilla de control de tensión.
8. Salida de corriente cc de tensión variable (terminales 7 y N del panel frontal): estas tomas de tipo banana proporcionan una tensión cc cuyo nivel puede variarse manualmente, utilizando la perilla de control de tensión.
9. Salida cc de tensión fija (terminales 8 y N del panel frontal): estas tomas de tipo banana proporcionan una tensión cc fija.
10. Terminal de tierra: esta toma de tipo banana se conecta a la clavija de tierra del cable de alimentación principal de la Fuente de alimentación.
11. Botones de reinicio: estos botones se utilizan para reiniciar los disyuntores de salida que protegen los terminales de salida 4 a 8. Los tres botones de la izquierda se utilizan para reiniciar los disyuntores de los terminales de salida 4 a 7. Los tres botones de la derecha se utilizan para reiniciar los disyuntores del terminal de salida 8.
12. Terminales de la Salida Baja potencia: estas tomas proporcionan alimentación de 24 V ca cuando la sección Salida Baja potencia está activada.
13. Interruptor/reinicio de la Salida Baja potencia: este interruptor/reinicio se utiliza para encender y apagar la sección Salida Baja potencia. Este interruptor/reinicio también se utiliza para encender el voltímetro. Este interruptor/reinicio se reiniciará automáticamente si la corriente supera el valor nominal de la Salida Baja potencia.
14. Indicador de la Salida Baja potencia: este LED se enciende cuando la sección Salida Baja potencia está activada.

## Especificaciones

**Tabla 28: Especificaciones de la Fuente de alimentación, modelo 8821-2.**

<b>Alimentación eléctrica 8821-2</b>		<b>Modelos: 8821-20, -21, -22</b>	<b>Modelos: 8821-25, -26, -27</b>	<b>Modelos: 8821-2E, -2F</b>	<b>Modelos: 8821-2A</b>
Requisitos del módulo	Tensión y frecuencia de la red de alimentación ca	120/208 V – 60 Hz	220/380 V – 50 Hz	220/380 V – 60 Hz	240/415 V – 50 Hz
	Instalación de la red de alimentación ca	3 fases, configuración en estrella (wye) incluidos los conductores neutro y de tierra, protegidos por un disyuntor de 20 A			
	Conector de la red de alimentación ca	NEMA L21-20	NEMA L22-20	NEMA L22-20	AS/NZS3123
	Corriente máxima	15 A	10 A		
Salidas*	CA trifásica, fija	120/208 V – 15 A	220/380 V – 10 A		240/415 V – 10 A
	CA variable, trifásica	0-120/208 – 5 A	0-220/380 – 3 A		0-240/415 – 3 A
	CC variable	0-120 V – 8 A	0-220 V – 5 A		0-240 V – 5 A
	CC Fija	120 – 2 A	220 V – 1 A		240 V – 1 A
	CA de baja potencia	24 V – 3 A			
Accesorios incluidos		Cable de alimentación ca de 3 m (10 ft) - (1)			
		Candado (1)			

Alimentación eléctrica 8821-2	Modelos: 8821-20, -21, -22	Modelos: 8821-25, -26, -27	Modelos: 8821-2E, -2F	Modelos: 8821-2A
	Conector mural NEMA L21-20 con placa mural (1)	Conector mural NEMA L22-20 con placa mural (1)		Conector mural AS/NZS3123 con placa mural (1)
		Caja de salida metálica cuadrada (1)		
		Tapa de caja de salida (1)		
		Conector de caja de salida (1)		
Voltímetro ca/cc	0-250 V	0-500 V		
Dimensiones (Al. × An. × Pr.)	308 × 287 × 495 mm (12,1 × 11,3 × 19,5 in)			
Peso	18,4 kg (40,5 lb)			

\* La Fuente de alimentación no puede suministrar al mismo tiempo todas las cantidades de corriente indicadas por los valores nominales de corriente en el panel frontal del módulo. La corriente indicada para la sección de salida ca trifásica fija solo puede obtenerse si no se toma corriente de ninguna otra sección, ya que esta sección está protegida por el disyuntor principal común a todas las secciones. Si fluyen corrientes en otras secciones, disminuye la corriente disponible para la sección de salida ca trifásica fija. La sección de salida ca variable y la sección de salida cc variable están protegidas por un conjunto común de disyuntores colocados después de la sección de salida ca trifásica fija, lo que significa que la capacidad de corriente tiene que repartirse entre las dos secciones. Por ejemplo, si la corriente de la sección de salida cc variable está al 70% de su valor nominal, la corriente extraída de la sección de salida ca variable no debe superar el 30% de su valor nominal. La sección de salida cc fija también está protegida por disyuntores colocados después de la sección de salida ca trifásica fija.

## Fuente de alimentación, modelo 8823

La Fuente de alimentación, modelo 8823, consiste en una fuente de alimentación ca trifásica de tensión fija y una fuente de alimentación cc de tensión fija encerradas en un módulo EMS de tamaño medio. Puede utilizarse para alimentar la mayoría de los módulos EMS de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica. Las tomas de tipo banana de seguridad codificadas por colores proporcionan acceso a ambas fuentes de alimentación. Unos disyuntores independientes, con un botón de reinicio en el panel frontal del módulo, protegen las entradas y salidas de condiciones de sobreintensidad. Las luces indicadoras permiten monitorizar la presencia de tensión de entrada en cada fase.

La Fuente de alimentación requiere conexión a una instalación de servicio trifásica, conectada en estrella y de cinco hilos. Para ello, utilice el cable de alimentación ca flexible de cinco hilos suministrado con la Fuente de alimentación. Este cable de alimentación ca tiene como terminación un enchufe de cinco clavijas de cierre por torsión y una tapa de línea. Por razones de seguridad, un enclavamiento mecánico en la tapa de línea impide que los estudiantes retiren la Fuente de alimentación del puesto de trabajo EMS mientras está energizada, manteniéndola bloqueada al puesto de trabajo.

La fuente de alimentación también incluye una toma de corriente trifásica adecuada para conectar el cable de alimentación. Además de las clavijas trifásica y neutra, una toma de tierra de cobre independiente permite la correcta conexión a tierra del chasis de la Fuente de alimentación y de los compartimentos del puesto de trabajo, proporcionando así mayor seguridad a los estudiantes que utilizan la Fuente de alimentación.

### Control, conectores e indicadores

1. Interruptor de alimentación ca: este interruptor se utiliza para encender (interruptor en I) y apagar (interruptor en O) la fuente de alimentación ca trifásica de tensión fija.
2. Salida de la fuente de alimentación ca trifásica (terminales 1, 2, 3 y N del panel frontal): cuando el interruptor de alimentación ca está en la posición de encendido (I), estas tomas de tipo banana proporcionan una tensión ca trifásica fija.
3. Luces indicadoras de encendido: cuando se enciende la fuente de alimentación ca trifásica de tensión fija, cada una de estas tres luces (una luz por fase) se enciende para indicar la presencia de tensión de entrada normal en cada tramo de fase. Cuando la tensión en un tramo de fase de la red de alimentación ca se apaga, la luz correspondiente se apaga para reflejar esta condición.
4. Terminal de tierra: esta toma de tipo banana se conecta a la toma de tierra del cable de alimentación ca de la Fuente de alimentación.

5. Interruptor de alimentación cc: este interruptor permite encender la fuente de alimentación cc de tensión fija (interruptor en I) y apagarla (interruptor en O).





Figura 61: Panel frontal de la Fuente de alimentación, modelo 8823.

6. Salida de la fuente de alimentación cc (terminales + y - del panel frontal): cuando el interruptor de alimentación cc está en la posición de encendido (I), estos terminales proporcionan una tensión cc fija.

### AVISO

La fuente de alimentación cc no está aislada. Por lo tanto, para evitar daños en el equipo, no conecte a tierra los terminales de salida (terminales + y -) de esta fuente.

7. Luz indicadora de encendido: cuando se enciende la fuente de alimentación cc, esta luz indicadora se enciende para indicar la presencia de tensión de entrada normal en esta fuente. Si la tensión de entrada se apaga, la luz también lo hace para reflejar esta condición.
8. Pulsador de reinicio: este pulsador se utiliza para reiniciar los disyuntores que protegen las entradas y salidas de la Fuente de alimentación de condiciones de sobrecarga.

	 <b>ATENCIÓN</b>
	<p>La Fuente de alimentación, modelo 8823, es un módulo pesado. Por lo tanto, instálelo en un compartimento de altura media del puesto de trabajo, o en la sección inferior de un compartimento de altura completa del puesto de trabajo, como se indica en la Unidad de aprendizaje 4 del presente documento.</p>

## Especificaciones

Tabla 29: Especificaciones de la Fuente de alimentación, modelo 8823.

Alimentación eléctrica 8823		Modelos: 8823-00, -01, -02	Modelos: 8823-05, -06, -07	Modelos: 8823-0E, -0F	Modelos: 8823-0A
Requisitos del módulo	Corriente máxima	10 A	5 A		
	Tensión y frecuencia de la red de alimentación ca	120/208 V – 60 Hz	220/380 V – 50 Hz	220/380 V – 60 Hz	240/415 V – 50 Hz
	Instalación de la red de alimentación ca	3 fases, configuración en estrella (wye) incluidos los conductores neutro y de tierra, protegidos por un disyuntor de 20 A			
	Conector de la red de alimentación ca	NEMA L21-20	NEMA L22-20	NEMA L22-20	AS/ NZS3123
Salidas	CA trifásica, fija	120/208 V – 5 A	220/380 V – 2,5 A		240/415 V – 2,5 A
	CC Fija	120 V – 4 A	220 V – 2 A		240 V – 2 A
Cable de alimentación ca		3 metros (10 pies)			

Alimentación eléctrica 8823	Modelos: 8823-00, -01, -02	Modelos: 8823-05, -06, -07	Modelos: 8823-0E, -0F	Modelos: 8823-0A
Dimensiones (Al. × An. × Pr.)	212 × 287 × 496 mm (8,3 × 11,3 × 19,5 in)			
Peso	5,7 kg (12,5 lb)			

## Cortador/inversor con IGBT, modelo 8837-B

### Control, conectores e indicadores

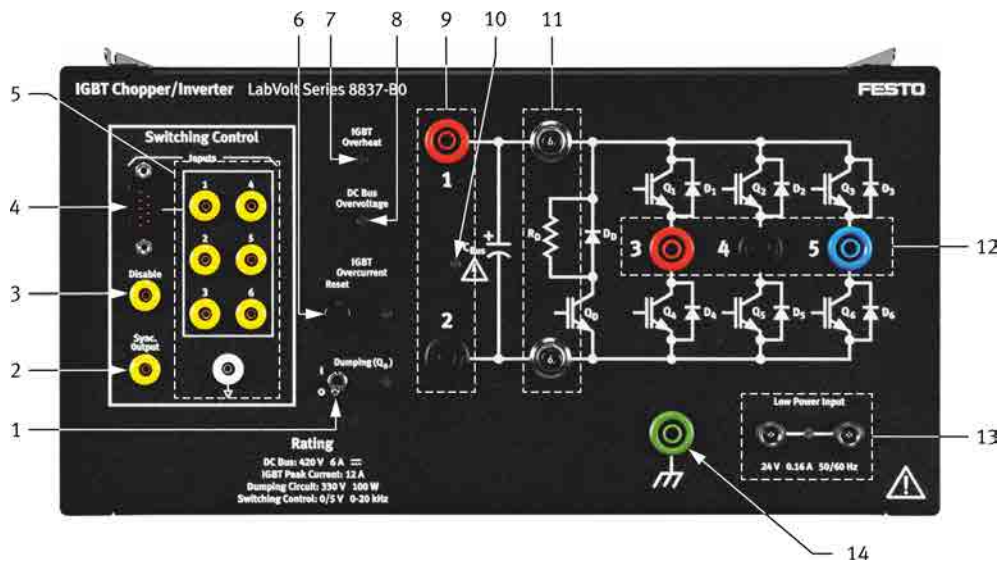


Figura 62: Panel frontal del Cortador/inversor con IGBT.

### AVISO


El Cortador/inversor con IGBT necesita un buen flujo de aire para evitar que se dispare su protección contra sobrecalentamiento. Por esta razón, es preferible instalar el módulo en la fila central del puesto de trabajo y asegurarse de que no haya ningún módulo que genere calor (por ejemplo, la Carga resistiva) debajo de él.

1. Interruptor y LED Descarga ( $Q_D$ ). El circuito de descarga se utiliza para evitar sobretensiones en el bus cc del módulo. Este circuito se activa colocando el

interruptor de descarga en la posición I. El LED se enciende cuando se descarga energía en el resistor de descarga ( $R_D$ ).

2. Salida de sincronización (terminal Salida sinc.) Este terminal proporciona acceso a la señal de sincronización de la Interfaz de adquisición de datos y de control o de la Unidad de control Cortador/inversor. Esta señal puede utilizarse para sincronizar un osciloscopio al observar las señales de control de conmutación.
3. Terminal Desactivar. Este terminal permite desconectar los IGBT cuando se le aplican 5 V. Cuando esto ocurre, la tensión de compuerta de los IGBT se fuerza a 0 V para que estos permanezcan abiertos. Los IGBT solo pueden controlarse cuando no se aplica tensión al terminal Desactivar.
4. Conector de 9 pines de la Entrada del Control de conmutación. Este conector permite controlar, mediante un controlador,  $Q_1$  a  $Q_6$  del Cortador/inversor con IGBT (normalmente, utilizando las Salidas digitales de la Interfaz de adquisición de datos y de control o las Salidas de control de la Unidad de control Cortador/inversor).
5. Entradas del Control de conmutación (terminales de entrada 1 a 6 y común). Estos terminales se conectan directamente al conector de 9 pines de la entrada del Control de conmutación. Normalmente, permiten observar las señales de control de conmutación aplicadas a las compuertas de  $Q_1$  a  $Q_6$ . Además, cuando no hay ningún controlador conectado al conector de 9 patillas, estas Entradas del Control de conmutación se pueden utilizar para controlar  $Q_1$  a  $Q_6$ . Por último, las Entradas del Control de conmutación permiten introducir fallas en el módulo (por ejemplo, si se conecta el terminal 2 al terminal común, se desactiva  $Q_2$ ).
6. Botón de reinicio y LED por sobrecorriente de los IGBT. El LED se enciende cuando el circuito detecta una condición de sobrecorriente instantánea. Cuando se detecta una condición de este tipo en cualquiera de los IGBT, los 6 IGBT ( $Q_1$  a  $Q_6$ ) se desconectan y debe pulsarse el botón para reiniciar este circuito de protección.
7. LED de sobrecalentamiento de IGBT. Este LED se enciende cuando se detecta una condición de sobrecalentamiento. Cuando esto ocurre, los 6 IGBT ( $Q_1$  a  $Q_6$ ) se desconectan para evitar daños. Este circuito de protección se reinicia automáticamente cuando la temperatura de los IGBT vuelve a un nivel seguro.
8. LED de sobretensión de bus cc. Este LED se enciende cuando se detecta una condición de sobretensión en el bus cc. Cuando esto ocurre, los 6 IGBT ( $Q_1$  a  $Q_6$ ) se desconectan para evitar daños. Este circuito de protección se reinicia automáticamente cuando la tensión del bus cc vuelve a un nivel seguro.
9. Terminales de bus cc (1 y 2). Estos terminales se utilizan para aplicar tensión continua al convertidor IGBT.

10. LED de tensión peligrosa. Cuando este LED se enciende, los condensadores del bus de cc están cargados a una tensión que puede ser peligrosa.

	<b>⚠ ATENCIÓN</b>
	Mientras este LED esté encendido, el módulo debe permanecer correctamente conectado a tierra para evitar cualquier riesgo de descarga eléctrica.

11. Botones de reinicio de disyuntores. Estos disyuntores protegen las ramas positiva y negativa del bus cc contra sobrecargas.
12. Terminales de las ramas del Cortador/inversor (3, 4 y 5). Estos terminales dan acceso al centro de las tres ramas del Cortador/inversor.

<b>AVISO</b>
Si va a conectar los terminales de las ramas a la red, asegúrese de que el bus cc se ha precargado primero a una tensión adecuada, que corresponde a la tensión de línea de su red de alimentación ca local multiplicada por $\sqrt{2}$ (por ejemplo, 294 V para una red de alimentación ca de 120/208 V).

13. Terminales de la Alimentación baja potencia. Para alimentar el módulo a través de cualquiera de estos terminales se necesita una fuente de alimentación ca de 24 V. Como ambos terminales están conectados, cuando se alimenta uno de ellos, el otro puede utilizarse para alimentar otro módulo.

<b>AVISO</b>
Asegúrese de conectar uno de los terminales de la Alimentación baja potencia a una fuente de alimentación ca de 24 V <b>antes de</b> utilizar el Cortador/inversor con IGBT de cualquier forma. De lo contrario, podría dañar el módulo.

14. Terminal del chasis. Este terminal se utiliza para evitar que las emisiones electromagnéticas dañinas interfieran con otros componentes. Para ello, el blindaje de un cable de conexión especial debe conectarse a este terminal.

## Especificaciones

Tabla 30: Especificaciones del Cortador/inversor con IGBT, modelo 8837-B.

Cortador/inversor con IGBT 8837-B		Modelos: 8837-B0, -B1, -B2	Modelos: 8837-B5, -B6, -B7	Modelos: 8837-BA
Bus cc	Tensión máxima	420 V	770 V	840 V
	Corriente máxima	6 A		
	Condensador de filtrado	1360 $\mu$ F	680 $\mu$ F	680 $\mu$ F
Protecciones	Sobretensión en el bus cc	440 V	810 V	880 V
	Disyuntor de bus cc	6 A		
	Sobrecorriente electrónica de los IGBT	12 A	12 A	12 A
	Recalentamiento de los IGBT	Alrededor de 60 °C (140°F)		
Circuito de descarga	Umbral de tensión	330 V	660 V	
	Resistor	100 $\Omega$ , 100 W	250 $\Omega$ , 100 W	
Señales de control de conmutación	Nivel	0/5 V		
	Corriente de alto nivel	$\approx$ 600 $\mu$ A		
	Intervalo de frecuencia	0-20 kHz		
	Tiempo muerto mínimo	1,2 $\mu$ s		
Requisitos de alimentación		24 V, 0,16 A, 50/60 Hz		

Cortador/inversor con IGBT 8837-B	Modelos: 8837-B0, -B1, -B2	Modelos: 8837-B5, -B6, -B7	Modelos: 8837-BA
Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable de alimentación de 24 V (1)</li> <li>• Cables de prueba con toma de tipo banana de 2 mm (2)</li> <li>• Cable de control con conector DB9 (1)</li> </ul>		
Dimensiones (Al. × An. × Pr.)	154 × 287 × 410 mm (6,1 × 11,3 × 16,1 pulg)		
Peso	6,8 kg (15 lb)		

## Tiristores de potencia, modelo 8841-2

### Control, conectores e indicadores

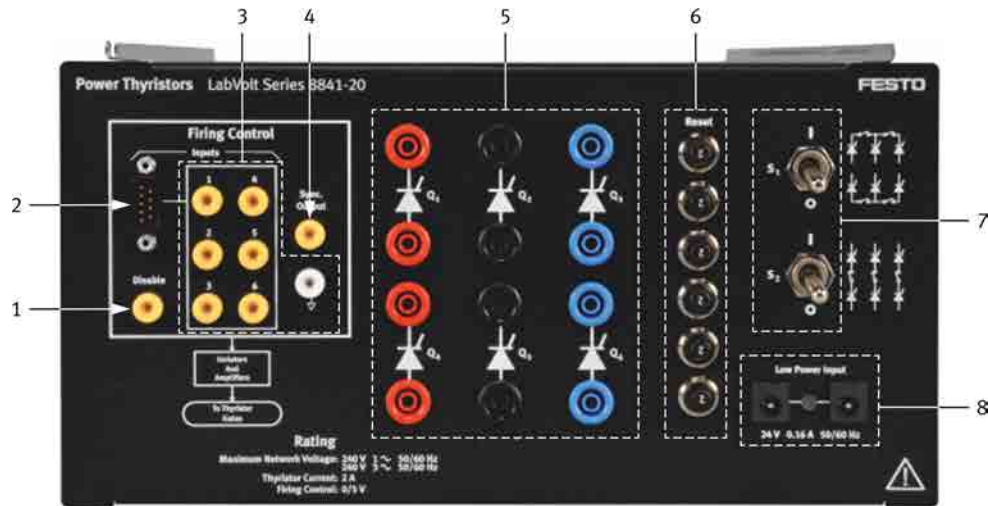


Figura 63: Panel frontal del módulo Tiristores de potencia.

1. Terminal Desactivar. Este terminal permite desconectar los tiristores cuando se le aplican 5 V. Cuando esto ocurre, los tiristores se ven obligados a permanecer abiertos. Los tiristores solo pueden controlarse cuando no se aplica tensión al terminal Desactivar.

2. Conector de 9 pines de las Entrada del Control de disparo. Este conector permite a un controlador controlar  $Q_1$  a  $Q_6$  del módulo Tiristores de potencia (normalmente, utilizando las Salidas digitales de la Interfaz de adquisición de datos y de control).
3. Entradas del Control de disparo (terminales de entrada 1 a 6 y común). Estos terminales se conectan directamente al conector de 9 pines de las Entradas del Control de disparo. Normalmente, permiten observar las señales de control de disparo aplicadas a las puertas de  $Q_1$  a  $Q_6$ . Además, cuando no hay ningún controlador conectado al conector de 9 pines, estas entradas del Control de disparo se pueden utilizar para controlar  $Q_1$  a  $Q_6$ . Por último, las entradas del Control de disparo permiten introducir fallas en el módulo (por ejemplo, conectando el terminal 2 al terminal común se desactiva  $Q_2$ ).
4. Salida de sincronización (terminal Salida sinc.) Este terminal proporciona acceso a la señal de sincronización de la Interfaz de adquisición de datos y de control. Esta señal puede utilizarse para sincronizar un osciloscopio al observar las señales de control de conmutación.
5. Terminales de ánodo y cátodo de los tiristores. Estos terminales permiten acceder a los tiristores de potencia para conectarlos a un circuito.
6. Botones de reinicio de disyuntores. Estos disyuntores protegen los tiristores contra las sobrecargas.
7. Interruptores de interconexión de tiristores ( $S_1$  y  $S_2$ ). Estos interruptores permiten la interconexión de los tiristores de potencia en dos disposiciones diferentes. Colocando cualquiera de estos interruptores en la posición I se conectan los tiristores de potencia como se indica al lado del interruptor en el panel frontal.
8. Terminales de la Alimentación baja potencia. Para alimentar el módulo a través de cualquiera de estos terminales se necesita una fuente de alimentación ca de 24 V. Como ambos terminales están conectados, cuando se alimenta uno de ellos, el otro puede utilizarse para alimentar otro módulo.

## Especificaciones

Tabla 31: Especificaciones del módulo Tiristores de potencia, modelo 8841-2.

Tiristores de potencia 8841-2		Modelos: 8841-20, -21, -22	Modelos: 8841-25, -26, -27	Modelos: 8841-2A
Características	Pico de tensión inversa	600 V	1200 V	
	Tensión máxima de la red	240 V, tres fases, 50/60Hz	415 V, tres fases, 50/60Hz	
	Corriente máxima	2 A	1 A	
	Señales de control de las puertas	Pulsos de 0-5 V (compatible con TTL)		
	Alimentación auxiliar	24 V ca – 0,16 A – 50/60 Hz		
Dimensiones (Al. x An. x Pr.)		154 x 287 x 440 mm (6,1 x 11,3 x 17,3 pulg)		
Peso		5,6 kg (12,35 lb)		

## Filtro trifásico, modelo 8326

### Control, conectores e indicadores

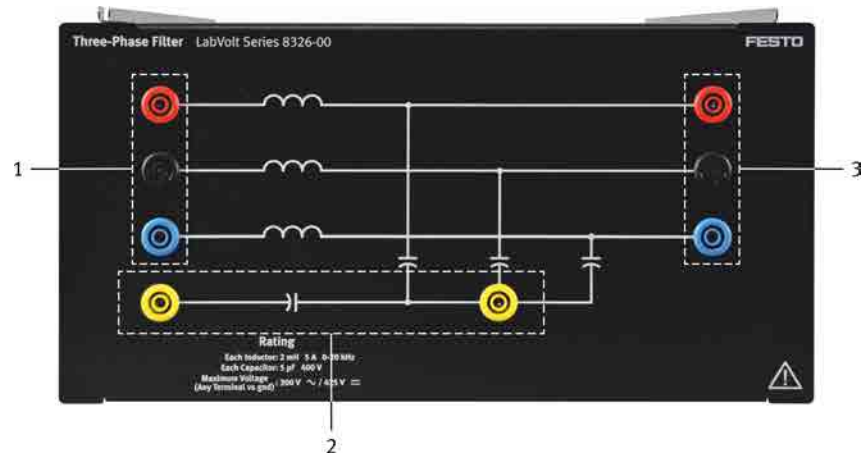


Figura 64: Panel frontal del módulo Filtro trifásico.

1. Filtro trifásico, lado del inductor
2. Terminales comunes del condensador de filtrado
3. Filtro trifásico, lado del condensador

## Especificaciones

Tabla 32: Especificaciones principales del módulo Filtro trifásico.

Parámetro	Subparámetro	Especificaciones principales
Tensión máxima de la red		415 V, tres fases, 50/60Hz
Inductores	Número	3
	Características	2 mH - 5 A - 0-20 kHz
Condensadores	Número	4
	Tipo	Polipropileno metalizado
	Características	5 µF - 400 V
Dimensiones (Al. x An. x Pr.)		154 x 287 x 440 mm (6,1 x 11,3 x 17,3 pulg)
Peso		TBE kg (TBE lb)

## Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelos 8960-2 y -3

El Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está encerrado en un módulo EMS de tamaño completo. Consta principalmente de un motor cc de imán permanente, una fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y un microcontrolador a bordo. El panel frontal del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes puede abrirse para instalar una Correa de distribución, modelo 8942, en la polea de su motor cc de imán permanente. Esto permite el acoplamiento mecánico de este motor a otra máquina rotativa de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica. El Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes puede funcionar en modo Dinamómetro o en modo Fuente de alimentación. Un interruptor de palanca en el panel frontal del módulo permite seleccionar el modo de operación (Dinamómetro o Fuente de alimentación) del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. En cada modo de operación se dispone de una amplia variedad de funciones que puede seleccionar el usuario.

- Cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en el modo Dinamómetro, las funciones seleccionables por el usuario permiten operar la máquina como diversos dispositivos eléctricos, como un motor de impulsión, un freno, una carga mecánica y otros dispositivos opcionales como un pequeño emulador de aerogenerador o un emulador de turbina hidráulica.
- Cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes se encuentra en el modo Fuente de alimentación, las funciones seleccionables por el usuario permiten utilizar la máquina como varios tipos de fuentes eléctricas, como una fuente de tensión cc variable, una fuente de corriente cc variable o una fuente de alimentación ca de tensión y frecuencia variables. En el panel frontal del módulo hay dos tomas de tipo banana que permiten acceder a los terminales de la fuente de alimentación. También hay disponibles dispositivos opcionales como un cargador/descargador de baterías, un emulador de paneles solares y un SDK (kit de desarrollo de software).

En ambos modos de operación (Dinamómetro o Fuente de alimentación), los valores de los parámetros clave relacionados con la función seleccionada se muestran en una pantalla LCD montada en el panel frontal del módulo. Así, cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en el modo Dinamómetro, los valores de velocidad, par, potencia mecánica y energía se muestran en la pantalla LCD. Del mismo modo, cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en el modo Fuente de alimentación, los valores de tensión, corriente, potencia eléctrica y energía se muestran en la pantalla LCD.

Las funciones que ejecuta el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes se pueden controlar mediante los modos Manual y Computarizado. El modo de Control manual permite controlar las funciones básicas, mientras que el modo Control computarizado permite controlar todas las funciones básicas más otras funciones avanzadas.

- En el modo de Control manual, el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes funciona como una unidad autónoma. La función realizada por este módulo se selecciona, configura y monitoriza mediante los controles y la pantalla LCD montados en el panel frontal del módulo.
- En el modo de Control computarizado, la función realizada por el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes se selecciona, configura y monitoriza mediante el Software de adquisición de datos y de control para sistemas electromecánicos (LVDAC-EMS). En el modo Computarizado, la comunicación entre el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes y el ordenador en el que se ejecuta el software LVDAC-EMS se realiza mediante una conexión USB.



Consulte la subsección "La Unidad de aprendizaje 2" para aprender a instalar el software LVDAC-EMS para su uso con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

### Control, conectores e indicadores

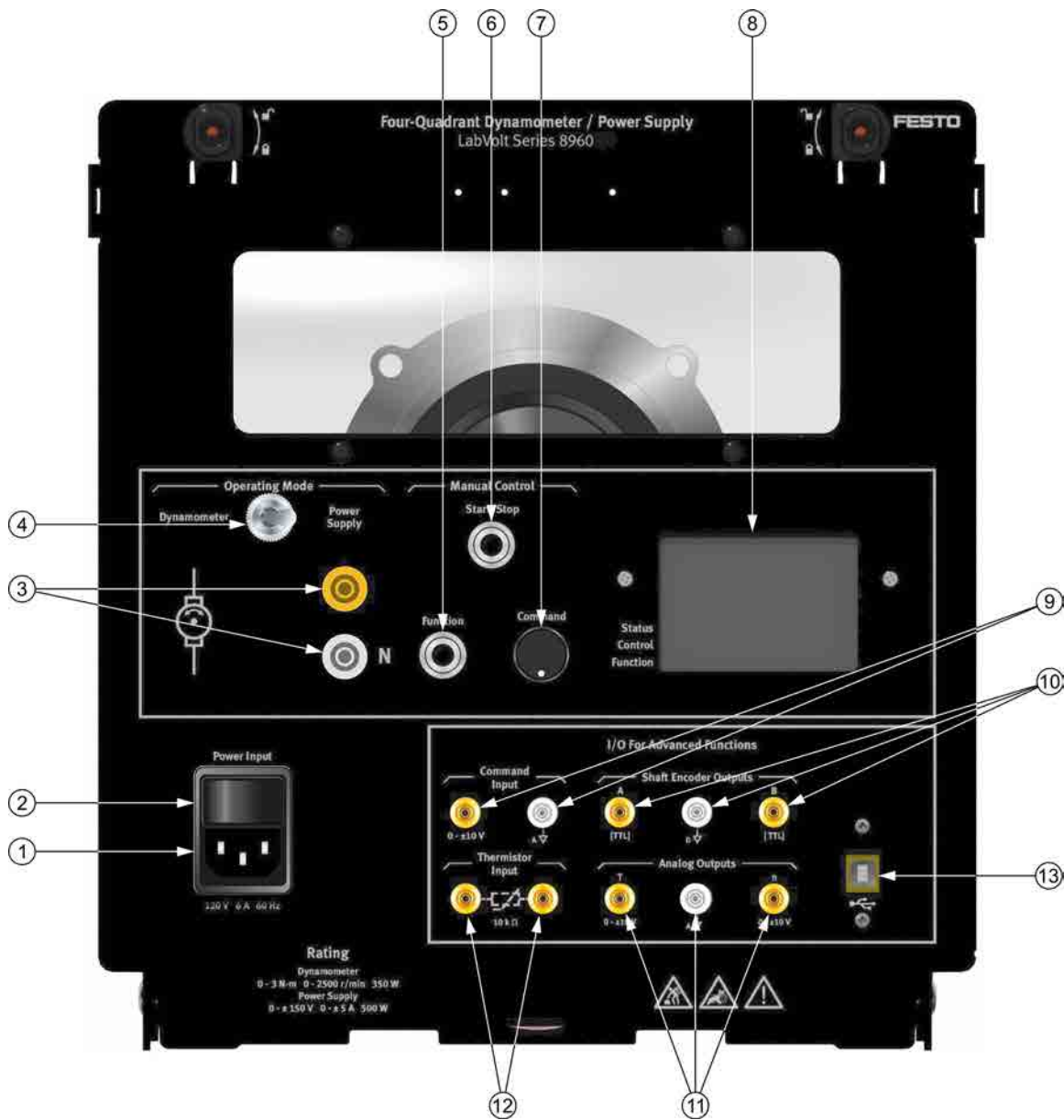


Figura 65: Panel frontal del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

1. Entrada de alimentación: esta entrada de alimentación ca se utiliza para alimentar el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a partir una toma de corriente ca convencional a través de un cable de línea ca.
2. Interruptor principal de encendido: este interruptor de encendido/apagado (E/S) se utiliza para encender y apagar el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

3. Terminales de alimentación: estas dos tomas de tipo banana de seguridad dan acceso a los terminales de la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
4. Interruptor Modo de operación: este interruptor de palanca permite seleccionar el modo de operación (Dinamómetro o Fuente de alimentación).
5. Pulsador Función: cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en modo Manual, este pulsador permite seleccionar la función que debe realizar el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
6. Pulsador Marcha/Parada: cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en modo Manual, este pulsador sirve para arrancar y parar la función realizada por el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
7. Perilla Comando: cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en modo Manual, esta perilla sirve para ajustar el valor del parámetro relacionado con la función realizada por el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (véase la tabla siguiente).

**Tabla 33: Parámetros ajustables manualmente mediante la perilla Comando en el modo Dinamómetro.**

<b>Función seleccionada</b>	<b>Parámetro ajustable con la perilla Comando</b>
Freno de par constante, de dos cuadrantes (2CPC)	Par
Motor de impulsión/Freno de velocidad constante, de sentido horario (VC-SH)	Velocidad
Motor de impulsión/Freno de velocidad constante, de sentido antihorario (VC-SAH)	Velocidad
Motor de impulsión/Freno de par constante (PC) positivo	Par
Motor de impulsión/Freno de par constante (PC) negativo	Par
Motor de impulsión/Freno de sentido horario (SH)	Velocidad
Motor de impulsión/Freno de sentido antihorario (SAH)	Velocidad

**Tabla 34: Parámetros ajustables manualmente mediante la perilla Comando en el modo Fuente de alimentación.**

Función seleccionada	Parámetro ajustable con la perilla Comando
Fuente de tensión (+)	Tensión
Fuente de tensión (-)	Tensión
Fuente de corriente (+)	Corriente
Fuente de corriente (-)	Corriente
Fuente de alimentación de 50 Hz	Tensión
Fuente de alimentación de 60 Hz	Tensión
Bus cc de 200 V	Ninguno
Cargador de mantenimiento de batería de plomo	Tensión
Cargador de baterías de iones de litio	Ninguno



8. Pantalla de cristal líquido (LCD): esta pantalla muestra el estado actual, el modo de control y la función seleccionada del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, así como los valores de los parámetros importantes relacionados con la función seleccionada. La pantalla LCD también muestra información importante relacionada con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, como fallas y mensajes de error.
  
9. Entrada de comando: esta entrada se utiliza para inyectar una señal analógica en el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. La tensión de la señal analógica determina el comando (por ejemplo, el comando de corriente de una fuente de corriente cc) de la función realizada por el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, cuando se selecciona la Entrada de comando como fuente de comando (opción disponible en el modo de control Computarizado).
  
10. Salidas del codificador de eje: estas salidas proporcionan las señales digitales (nivel TTL) (tipo de salida A-B) producidas por el codificador de eje montado en el motor cc de imán permanente del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

11. Salidas analógicas T y n: estas salidas proporcionan señales analógicas proporcionales al par y a la velocidad medidos en el eje del motor cc de imán permanente del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Estas salidas están destinadas a ser conectadas a las entradas correspondientes de la Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063, de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica para mediciones de par y velocidad.
12. Entrada de termistor: esta entrada permite la conexión de un sensor de temperatura externo (termistor) para la medición de temperatura con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. La medición de temperatura es necesaria en algunas funciones avanzadas como los cargadores de baterías Ni-MH.
13. Conector de puerto USB: este conector permite conectar el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a un puerto USB del ordenador que ejecuta el software LVDAC-EMS (para ello, se incluye un cable USB con el módulo).

### Procedimiento de montaje para la operación por Control manual

Ejecute el procedimiento siguiente para instalar, conectar y alimentar el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes para la operación por Control manual.

1. Instale el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes en el puesto de trabajo.
2. Acople mecánicamente el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a otra máquina rotativa, si es necesario.

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	Antes de acoplar máquinas rotativas, es muy importante asegurarse de que la alimentación esté apagada para evitar la puesta en marcha accidental de dichas máquinas.

3. Asegúrese de que el interruptor principal del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes esté en la posición O (apagado), y después conecte su Alimentación a una toma de corriente ca mural.
4. Encienda el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.


5. Coloque el interruptor Modo de operación en Dinamómetro o Fuente de alimentación, según el modo de operación requerido. Desde este momento, usted puede realizar experiencias con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes funcionando en el modo Control manual.

### Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado

Antes de realizar el siguiente procedimiento, asegúrese de que la última versión de LVDAC-EMS, disponible en el sitio web de Festo Didactic, esté instalada en el ordenador anfitrión. Cuando LVDAC-EMS está abierto, puede seleccionar Verifique si hay una actualización en el menú Ayuda de este software para verificar si tiene la última versión del software.

Ejecute el procedimiento siguiente para instalar, conectar y alimentar el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes para la operación en modo Control computarizado.

1. Instale el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes en el puesto de trabajo.
2. Acople mecánicamente el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a otra máquina rotativa, si es necesario.

	<b>⚠ ADVERTENCIA</b>
	Antes de acoplar máquinas rotativas, es muy importante asegurarse de que la alimentación esté apagada para evitar la puesta en marcha accidental de dichas máquinas.

3. Asegúrese de que el interruptor principal del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes esté en la posición O (apagado), y después conecte su Alimentación a una toma de corriente ca mural.
4. Conecte el puerto USB del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a un puerto USB de la computadora u ordenador.
5. Encienda el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.



Si el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes se conecta al ordenador anfitrión por primera vez, espere a que aparezca en pantalla un mensaje indicando que se ha reconocido el nuevo periférico USB. Este mismo mensaje aparecerá al conectar por primera vez el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes al ordenador en el modo DFU. El software LVDAC-EMS indica en qué momento pasar el módulo al modo DFU.



Si aparece un mensaje indicando que no se ha podido instalar el periférico, reinicie el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes colocando su interruptor de alimentación principal en la posición O (apagado) y volviéndolo a colocar en la posición I (encendido).

**6. Encienda el ordenador anfitrión e inicie el software LVDAC-EMS.**

En la ventana Arranque de LVDAC-EMS, asegúrese de que se detecta el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Asegúrese de que todas las funciones del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes están disponibles. Seleccione la tensión y frecuencia de la red correspondientes a la tensión y frecuencia de su red de alimentación ca local, y después haga clic en el botón Aceptar para cerrar la ventana Arranque de LVDAC-EMS.



En este punto, puede aparecer un mensaje en la pantalla indicando que es necesario actualizar el microprograma (firmware) del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes antes de continuar. Asegúrese de seguir las instrucciones indicadas en la pantalla antes de proceder con el resto de las manipulaciones que se indican a continuación.

**7. En el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, coloque el interruptor Modo de operación en Dinamómetro o Fuente de alimentación, según el modo de operación requerido.**

Desde este momento, usted puede realizar experiencias con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes funcionando en el modo Control computarizado.

## **Activación de los conjuntos de funciones**

Cuando usted adquiere un nuevo conjunto de funciones para el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, debe activarlo haciendo lo siguiente.

**1. Ejecute el procedimiento descrito anteriormente "Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado".**

2. En el menú Herramientas de la ventana LVDAC-EMS, seleccione Activar Conjunto de funciones. Aparecerá el cuadro de diálogo Seleccionar archivo.
3. En el cuadro de diálogo Seleccionar archivo, localice el archivo DFU (nombre\_del\_archivo.dfu) que recibió con el nuevo conjunto de funciones que debe activar. Este archivo DFU es necesario para activar el nuevo conjunto o conjuntos de funciones. Seleccione el archivo, con lo que aparecerá el cuadro de diálogo Preparación para la actualización.



Cada archivo DFU necesario para la activación de nuevos conjuntos de funciones tiene un número de serie específico. Esto significa que un archivo DFU solo puede activar nuevos conjuntos de funciones en el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes cuyo número de serie corresponda al número de serie que está en el nombre del archivo DFU. El número de serie se indica en la parte posterior del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

4. Siga las instrucciones de la pantalla para activar los nuevos conjuntos de funciones en el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.



Deberá reiniciar tanto el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes como el software LVDAC-EMS para que los nuevos conjuntos de funciones queden disponibles.

### Configuración del módulo (ajustes de idioma)

El Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes puede mostrar en su pantalla textos, parámetros y mensajes en inglés, alemán, español o francés.

Realice el siguiente procedimiento a fin de configurar el idioma del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. A fin de realizar este procedimiento, el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes debe estar en el modo de Control computarizado.

1. Realice el procedimiento anterior Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado.
2. En LVDAC-EMS, abra la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
3. En el menú Herramientas de la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, seleccione Configuración del módulo. Esto abrirá el cuadro de diálogo Configuración del módulo.

4. En el cuadro de diálogo Configuración del módulo, desplácese por la lista desplegable Idioma para seleccionar el idioma que desea aplicar al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Haga clic en el botón Aceptar para aplicar el idioma seleccionado.

### **Configuración del módulo (ajustes de la unidad)**

Los valores de parámetros que aparecen en la pantalla LCD del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes pueden expresarse en cualquiera de los sistemas de unidades siguientes:

- SI (sistema internacional de unidades)
- SI (sistema internacional de unidades) con la potencia mecánica expresada en caballos de fuerza (hp)
- Sistema imperial
- Sistema imperial con la potencia mecánica expresada en vatios (W)

Realice el siguiente procedimiento para seleccionar un sistema de unidades en el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Este módulo debe estar en el modo de Control computarizado para realizar el procedimiento.

1. Ejecute el procedimiento descrito anteriormente "Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado".
2. En LVDAC-EMS, abra la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
3. En el menú Herramientas de la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, seleccione Configuración del módulo. Esto abrirá el cuadro de diálogo Configuración del módulo.
4. En el cuadro de diálogo Configuración del módulo, desplácese por la lista desplegable Unidades para seleccionar el sistema de unidades que desea utilizar en el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Haga clic en el botón Aceptar para aplicar el sistema de unidades seleccionado.

Las instrucciones completas sobre el uso de las funciones del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes están disponibles en el material didáctico relacionado.

### **Procedimiento de autocalibración del dinamómetro (sólo modelo 8960-3)**

La función de autocalibración del dinamómetro permite calibrar el par medido por el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Solo el personal cualificado puede realizar esta función. Por este motivo, está protegida mediante una contraseña: 1959. No realice una autocalibración del dinamómetro a menos que esté autorizado por su profesor.

El procedimiento necesario para realizar una autocalibración del dinamómetro es el siguiente:

1. Ejecute el procedimiento descrito anteriormente "Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado".
2. En el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, coloque el interruptor Modo de operación en Dinamómetro.
3. En LVDAC-EMS, abra la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
4. En el menú Herramientas de la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, seleccione Calibración automática del dinamómetro. Aparecerá el cuadro de diálogo Calibración automática del dinamómetro.
5. Siga las instrucciones que aparecen en pantalla.
6. Espere a que el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes deje de girar. El par medido por el módulo ya está calibrado.

### **Procedimiento de calibración de la compensación de fricción**

Cuando el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes está en el modo de operación Dinamómetro, compensa el par producido por su propia fricción, la fricción de la correa y la fricción del tensor de la correa. Por ejemplo, si el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes funciona como un motor de impulsión de par constante, el par que aplica el motor de impulsión es ligeramente superior a su comando de par. La magnitud de la compensación de la fricción depende principalmente de la velocidad de rotación.

Las siguientes manipulaciones describen el procedimiento para calibrar la compensación de fricción del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Este módulo debe estar en el modo de Control computarizado para realizar el procedimiento.

Si desea sobrescribir la tabla de compensación de fricción predeterminada (véase la nota al final del presente procedimiento), se recomienda realizar el procedimiento de autocalibración del dinamómetro descrito anteriormente "Procedimiento de calibración automática del dinamómetro" antes de realizar el procedimiento de calibración de la compensación de fricción.

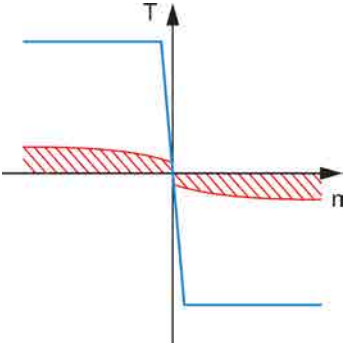
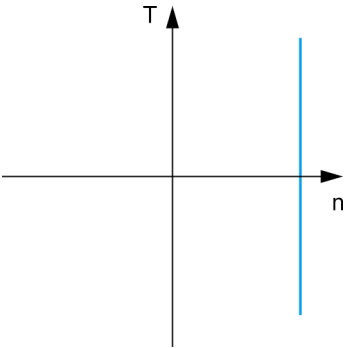
El Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes debe acoplarse mecánicamente a la Máquina sin fricción, modelo 8969, o a la máquina especificada en el curso que esté realizando.

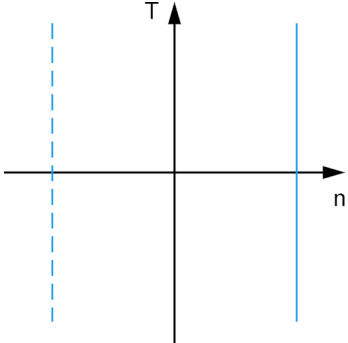
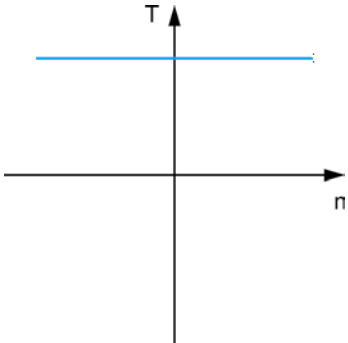
1. Ejecute el procedimiento descrito anteriormente "Procedimiento de montaje para la operación por Control computarizado".
2. En el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, coloque el interruptor Modo de operación en Dinamómetro.
3. En LVDAC-EMS, abra la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.
4. En el menú Herramientas de la ventana Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, seleccione Calibración de la compensación de fricción. Esto abre el cuadro de diálogo Calibración de la compensación de fricción.
5. En el cuadro de diálogo Calibración de la compensación de fricción, haga clic en Aceptar para iniciar el proceso de calibración.
6. Espere a que el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes deje de girar. Si utiliza el modelo 8960-2, reinicie el módulo apagándolo y volviéndolo a encender. La curva de la compensación de fricción del módulo ya está calibrada.

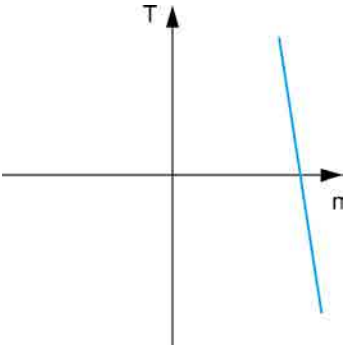


Si realiza este procedimiento utilizando la Máquina sin fricción, puede utilizar la tabla de la compensación de fricción recién medida como tabla de compensación de fricción predeterminada. Para ello, seleccione la función Sobrescribir tabla de la compensación de fricción predeterminada. Solo el personal cualificado puede realizar esta función. Por este motivo, está protegida mediante una contraseña: 1959. No sobrescriba la tabla de la compensación de fricción predeterminada a menos que lo autorice su profesor.

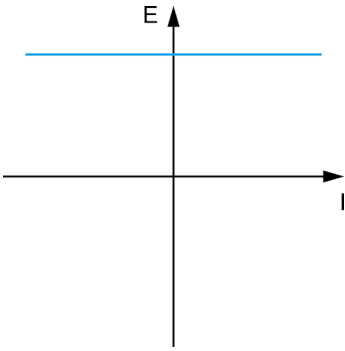
### Descripción de las funciones (modo de operación Dinamómetro)

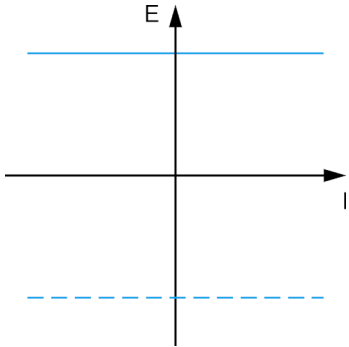
<p><b>Freno de par constante, de dos cuadrantes</b></p> <p>Esta función hace que el Motor CC-IP funcione como un generador para producir una oposición constante a la rotación de la máquina que esté acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (esto es, la máquina bajo prueba). Se emplea un control de bucle cerrado a fin de mantener constante el par de oposición cuando cambia la velocidad de rotación. El valor (magnitud) del par que se opone a la rotación de la máquina bajo prueba lo determina un comando de par que ingresa el usuario. Esta función indica la velocidad, el par, la potencia mecánica y la energía que se miden en el eje de la máquina bajo prueba. La función también puede indicar la temperatura de la máquina cuando el sensor de temperatura (si se incluye) de la máquina bajo prueba se conecta a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p>	 <p>El gráfico muestra un eje vertical etiquetado como 'T' (torque) y un eje horizontal etiquetado como 'n' (velocidad). Una línea horizontal azul en la parte superior indica un nivel constante de torque. Una línea horizontal azul en la parte inferior indica un nivel constante de torque negativo. Entre estas líneas, una curva roja sombreada representa la potencia y energía generadas durante la operación de frenado.</p>
<p><b>Motor de impulsión/Freno de velocidad constante, de sentido horario</b></p> <p>Esta función emplea el Motor CC-IP para hacer rotar en sentido horario, a una velocidad fija, la máquina acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (esto es, la máquina bajo prueba). Se emplea un control de bucle cerrado a fin de mantener constante la velocidad de rotación en condiciones variables de carga. La velocidad de rotación de la máquina bajo prueba la determina un comando de velocidad que ingresa el usuario. Esta función indica la velocidad, el par, la potencia mecánica y la energía que se miden en el eje de la máquina bajo prueba. La función también puede indicar la temperatura de la máquina cuando el sensor de temperatura (si se incluye) de la máquina bajo prueba se conecta a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p> <p><b>Motor de impulsión/Freno de velocidad constante, de sentido antihorario</b></p> <p>Igual que el Motor de impulsión/Freno de velocidad constante, de sentido horario, salvo por el sentido de rotación.</p>	 <p>El gráfico muestra un eje vertical etiquetado como 'T' (torque) y un eje horizontal etiquetado como 'n' (velocidad). Una línea vertical azul en la parte positiva del eje 'n' indica una velocidad constante que se mantiene independientemente del torque aplicado.</p>

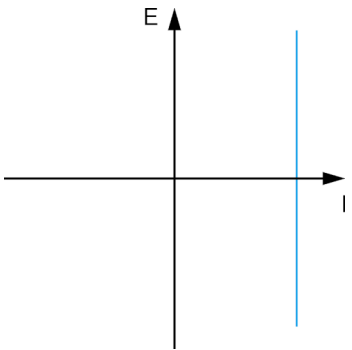
<p><b>Motor de impulsión/Freno de velocidad constante, de cuatro cuadrantes</b></p> <p>Esta función emplea el Motor CC-IP para hacer rotar, a una velocidad fija, la máquina acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (esto es, la máquina bajo prueba). Se emplea un control de bucle cerrado a fin de mantener constante la velocidad de rotación en condiciones variables de carga. El valor (sentido y magnitud) de la velocidad de rotación de la máquina bajo prueba lo determina un comando de velocidad que ingresa el usuario. Esta función indica la velocidad, el par, la potencia mecánica y la energía que se miden en el eje de la máquina bajo prueba. La función también puede indicar la temperatura de la máquina cuando el sensor de temperatura (si se incluye) de la máquina bajo prueba se conecta a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p>	
<p><b>Motor de impulsión/Freno de par constante positivo</b></p> <p>Esta función emplea el Motor CC-IP para aplicar un par constante positivo (es decir, aplicado en sentido horario) a la máquina acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (esto es, la máquina bajo prueba). Se emplea un control de bucle cerrado a fin de mantener constante el par a medida que la velocidad de rotación cambia, sin importar si la máquina bajo prueba funciona como un motor o un freno (esto es, un generador). El par que se le aplica a la máquina bajo prueba lo determina un comando de par que ingresa el usuario. Esta función indica la velocidad, el par, la potencia mecánica y la energía que se miden en el eje de la máquina bajo prueba. La función también puede indicar la temperatura de la máquina cuando el sensor de temperatura (si se incluye) de la máquina bajo prueba se conecta a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p> <p><b>Motor de impulsión/Freno de par constante negativo</b></p> <p>Igual que el Motor de impulsión/Freno de par constante positivo, salvo que el par es negativo (esto es, se aplica en sentido antihorario).</p>	

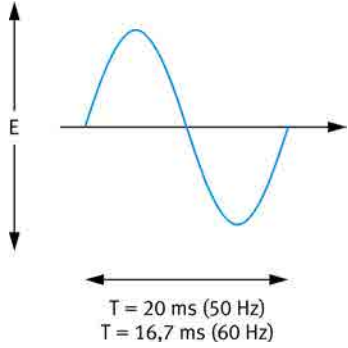
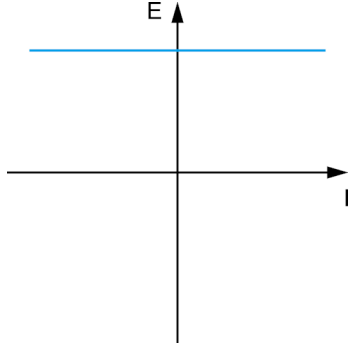
<p><b>Motor de impulsión/Freno de sentido horario</b></p> <p>Esta función emplea el motor cc de imán permanente para hacer rotar en sentido horario, a cierta velocidad, la máquina acoplada al Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes (esto es, la máquina bajo prueba). La velocidad de la máquina puede ajustarse mediante la perilla Comando en el panel frontal del módulo. Esta función indica la velocidad, el par y la potencia mecánica que se miden en el eje de la máquina bajo prueba. Esta función es bastante adecuada para el estudio de la sincronización del generador ca.</p> <p><b>Motor de impulsión/Freno de sentido antihorario</b></p> <p>Igual que la función Motor de impulsión/Freno de sentido horario, salvo por el sentido de rotación.</p>	 <p>El gráfico muestra un eje vertical etiquetado como 'T' (torque) y un eje horizontal etiquetado como 'n' (velocidad). Una línea azul recta con una pendiente negativa se extiende desde el primer cuadrante hacia el cuarto cuadrante, representando la relación entre torque y velocidad en un motor.</p>
---	--

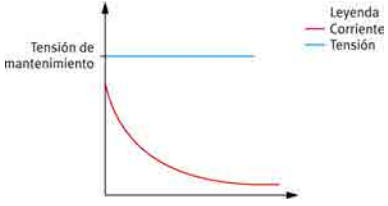
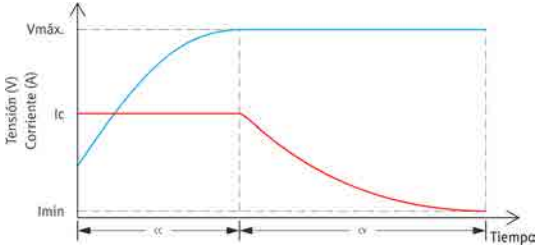
### Descripción de las funciones (modo de operación Fuente de alimentación)

<p><b>Fuente de tensión positiva</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar una fuente de tensión cc de polaridad positiva. La fuente puede suministrar o absorber corriente (operación con dos cuadrantes). El valor de la tensión de la fuente lo determina un comando de tensión que ingresa el usuario. Esta función indica la tensión, la corriente, la potencia eléctrica y la energía de la salida de la fuente. La función también puede indicar la temperatura del circuito (por ejemplo, la temperatura de las baterías) si se conecta un sensor de temperatura a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p> <p><b>Fuente de tensión negativa</b></p> <p>Igual que la función Fuente de tensión positiva, salvo por la polaridad.</p>	 <p>El gráfico muestra un eje vertical etiquetado como 'E' (tensión) y un eje horizontal etiquetado como 'I' (corriente). Una línea horizontal azul se extiende a lo largo del eje E en el primer cuadrante, representando una fuente de tensión constante que puede suministrar o absorber corriente.</p>
--	---

<p><b>Fuente de tensión cc</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar una fuente de tensión cc positiva o negativa. La fuente puede suministrar o absorber corriente, sin importar si la polaridad de la tensión de la fuente es positiva o negativa (operación con cuatro cuadrantes). El valor y la polaridad de la tensión de la fuente los determina un comando de tensión que ingresa el usuario. Esta función indica la tensión, la corriente, la potencia eléctrica y la energía de la salida de la fuente. La función también puede indicar la temperatura del circuito (por ejemplo, la temperatura de las baterías) si se conecta un sensor de temperatura a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p>	
--	--

<p><b>Fuente de corriente positiva</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar una fuente de corriente cc que alimenta corriente a su salida. La polaridad de la tensión a través de la fuente puede ser positiva o negativa (operación con dos cuadrantes). El valor de la corriente de la fuente lo determina un comando de corriente que ingresa el usuario. Esta función indica la tensión, la corriente, la potencia eléctrica y la energía de la salida de la fuente. La función también puede indicar la temperatura del circuito (por ejemplo, la temperatura de las baterías) si se conecta un sensor de temperatura a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p> <p><b>Fuente de corriente negativa</b></p> <p>Igual que la función Fuente de corriente positiva, salvo por el sentido de circulación de la corriente.</p>	
--	---

<p><b>Fuente de alimentación de 50 Hz</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar una fuente de alimentación de tensión variable no regulada, de 50 Hz. El valor eficaz de la tensión de la fuente "sin carga" lo determina un comando de tensión que ingresa el usuario. La fuente puede suministrar o absorber corriente, sin importar si la polaridad de la tensión de la fuente (instantánea) es positiva o negativa (operación con cuatro cuadrantes). La función también indica la temperatura del circuito (por ejemplo, la temperatura del núcleo del transformador) cuando se conecta un sensor de temperatura a la Entrada de termistor del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.</p> <p><b>Fuente de alimentación de 60 Hz</b></p> <p>Igual que la función Fuente de alimentación de 50 Hz, salvo por la frecuencia.</p>	
<p><b>Bus cc de 200 V</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar un bus cc de 200 V, de tensión fija. El bus cc puede suministrar o absorber corriente (operación con dos cuadrantes). Esta función indica la tensión, la corriente y la potencia de la salida de la fuente.</p>	

<p><b>Cargador de mantenimiento de batería de plomo</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar un cargador de flotación (o mantenimiento) para baterías de plomo y ácido. Este cargador aplica una tensión constante a la batería. El usuario solo debe especificar la tensión de carga de mantenimiento de la batería. Esta función indica la tensión, la corriente y la potencia eléctrica de la salida del cargador. La función Cargador de mantenimiento para baterías de plomo es apropiada para cargar durante la noche varias baterías de plomo y ácido conectadas en paralelo, de modo que estén listas para las sesiones de laboratorio del día siguiente.</p>	 <p>El gráfico muestra la evolución de la corriente y la tensión durante el mantenimiento de una batería de plomo. El eje vertical representa tanto la tensión (V) como la corriente (A). Una línea horizontal azul indica la 'Tensión de mantenimiento' constante. Una curva roja muestra la corriente que disminuye exponencialmente desde un valor inicial hasta un nivel de flotación. Una leyenda indica que la línea azul es 'Tensión' y la línea roja es 'Corriente'.</p>
<p><b>Cargador de baterías de iones de litio</b></p> <p>Esta función utiliza la fuente de alimentación de cuatro cuadrantes a fin de implementar un cargador de flotación (o mantenimiento) para baterías de iones de litio. Sirve principalmente para cargar la Batería de iones de litio, modelo 8802-A. La carga comienza con una corriente constante y después cambia a una tensión constante (método de carga CC/CV). Una vez finalizada la carga, el módulo se desconecta automáticamente. Si, por alguna razón, el módulo no se desconecta, la función finaliza automáticamente la carga para evitar la sobrecarga de la batería.</p>	 <p>El gráfico muestra la evolución de la tensión y la corriente durante la carga de una batería de iones de litio. El eje vertical representa la tensión (V) y la corriente (A). El eje horizontal representa el tiempo. La curva de tensión (azul) aumenta hasta un valor <math>V_{m\acute{a}x.}</math> y se mantiene constante. La curva de corriente (roja) es constante (<math>I_c</math>) durante la fase de carga constante (<math>C_c</math>) y luego disminuye durante la fase de carga constante (<math>C_v</math>). El tiempo total de carga es <math>t_{min}</math>.</p>

## Especificaciones

**Tabla 35: Especificaciones del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelos 8960-2 y -3.**

<b>Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes 8960-2 y 8960-3</b>		<b>Modelos: 8960-20, -21, -22 8960-30, -31, -32</b>	<b>Modelos: 8960-25, -26, -27 8960-35, -36, -37</b>	<b>Modelos: 8960-2A 8960-3A</b>
Dinamómetro	Par magnético	0 a 3 N · m (0 a 27 lbf · pulg)		
	Sentido de rotación	Horario/Antihorario		
	Velocidad	0 a 2500 rpm		
	Potencia nominal	350 W		
Modo Fuente de alimentación	Tensión cc	0 a ± 150 V		
	Tensión ca (rms)	0 a 105 V ("sin carga")		
	Corriente cc	0 a ± 5 A		
	Corriente ca (rms)	0 a 3,5 A		
	Potencia de salida máxima	500 W		
	Frecuencia ca	10 a 120 Hz		
Pantalla de cristal líquido (LCD)	76 mm (3 pulg), monocromática, fondo iluminado, 240 x 160			
Entradas de control	Entrada de comando	0 a ± 10 V		
	Entrada de termistor	10 kΩ, tipo 1		
Salidas de control	Codificador de eje	Codificador en cuadratura (A-B) - 360 pulsos/revolución - Compatible con TTL		
	Sensibilidad de la salida del par	0,3 N · m/V (2,655 lbf · pulg/V)		

<b>Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes</b> <b>8960-2 y 8960-3</b>		<b>Modelos:</b> <b>8960-20,</b> <b>-21, -22</b> <b>8960-30,</b> <b>-31, -32</b>	<b>Modelos:</b> <b>8960-25,</b> <b>-26, -27</b> <b>8960-35,</b> <b>-36, -37</b>	<b>Modelos:</b> <b>8960-2A</b> <b>8960-3A</b>
	Sensibilidad de la salida de la velocidad	250 rpm/V		
Puerto de comunicación		USB 2.0		
Requisitos de alimentación (debe incluir los conductores de tierra y neutro)		120 V – 6 A – 60 Hz	220 V – 3 A – 50/60 Hz	240 V – 3 A – 50 Hz

## Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063

### Introducción a los sistemas de adquisición de datos y de control

Un sistema de adquisición de datos y de control es un sistema computarizado que puede recopilar y analizar información de diversas fuentes externas y realizar diferentes cálculos a partir de los datos adquiridos. Una sola computadora puede reemplazar múltiples medidores e instrumentos, mostrar diversas formas de onda simultáneamente, analizar formas de onda y datos para extraer información importante, registrar datos y trazar gráficos.

En general, los sistemas de adquisición de datos y de control recopilan información en forma de señales eléctricas. Existen informaciones que ya están en forma eléctrica, como la tensión de entrada o de salida de un aparato eléctrico. Otras informaciones pueden convertirse a forma eléctrica mediante un transductor. Por ejemplo, la velocidad de un motor puede convertirse en una señal eléctrica mediante un sensor de velocidad.

La señal eléctrica de un sensor de velocidad se denomina señal analógica porque es análoga a la velocidad; si la velocidad aumenta, la tensión aumenta, y viceversa. La tensión de una señal analógica puede variar continuamente y tomar cualquier valor dentro de un cierto intervalo.

Las computadoras son aparatos digitales que emplean números discretos para almacenar y procesar datos. Por lo tanto, en un sistema de adquisición de datos y de control es necesario un circuito que convierta las señales analógicas continuas en valores digitales discretos. El tipo de circuito que se emplea para este propósito se conoce como convertidor de señal analógica a digital, o convertidor A/D. El proceso de muestreo y conversión se ilustra en la figura siguiente.

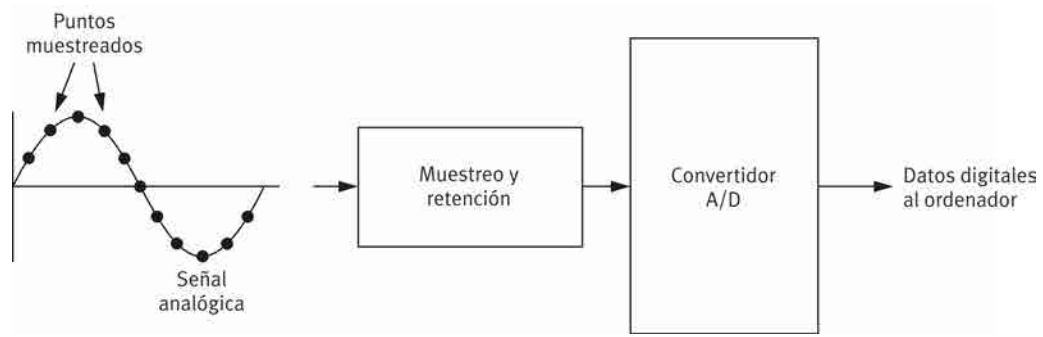


Figura 66: Muestreo y conversión analógica a digital (A/D) de una señal analógica.

La señal analógica se muestrea primero a intervalos regulares mediante un circuito de muestreo y retención, que retiene cada nivel muestreado hasta que el convertidor de señal analógica a digital (A/D) lo convierta en un número digital. La velocidad a la que se muestrea la señal se denomina tasa de muestreo. Cuanto más alta sea la tasa de muestreo, mayor será la exactitud de los números digitales producidos, con respecto a la señal original. No obstante, las altas tasas de muestreo generan demasiados números, que pueden llenar rápidamente la memoria del ordenador, por lo que esta tasa no debe ser muy alta.

Cuando un sistema de adquisición de datos y de control debe adquirir datos de diversas fuentes, es posible utilizar un solo convertidor A/D junto con un multiplexor, como se muestra en la figura siguiente. El multiplexor es un interruptor que selecciona una entrada analógica, o canal, a la vez. Cada vez que el multiplexor selecciona una nueva entrada analógica, la señal de ésta se muestrea y convierte en un número digital.

El número de canales que muestrea el multiplexor afecta a la tasa de muestreo por canal. Si el convertidor A/D puede convertir 100 000 muestras por segundo, podría muestrearse un solo canal a esa velocidad. No obstante, si se utilizan dos canales, se tomarían 50 000 muestras por segundo en cada canal, y en cuatro canales serían 25 000 muestras por segundo.

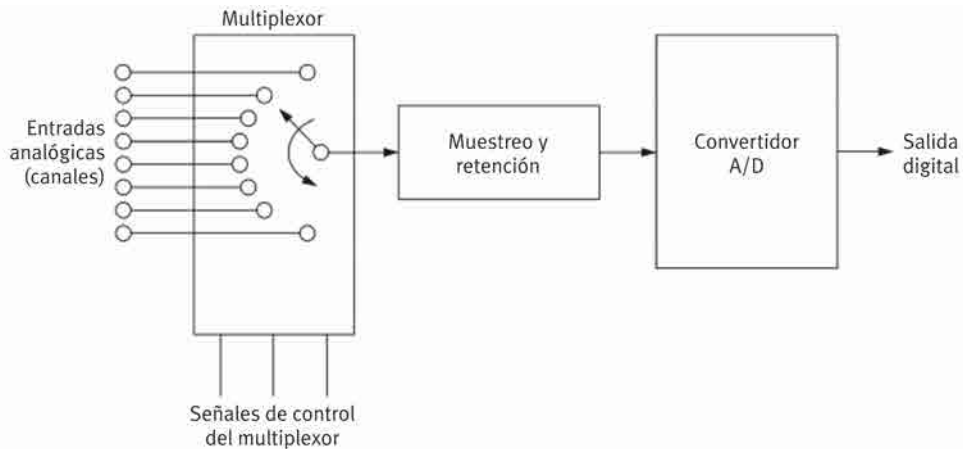


Figura 67: Configuración de las entradas de un convertidor A/D multicanal típico.

Dependiendo de la aplicación, es posible que un sistema de adquisición de datos y de control muestree señales continuamente, o que tome un cierto número de muestras y luego detenga el muestreo hasta que se le ordene tomar otro lote de muestras. En todo caso, el ordenador puede procesar y analizar los números digitales que representan las muestras, con el fin de extraer información útil. En general, esta información puede presentarse en la pantalla del ordenador de diferentes formas, que el usuario del sistema selecciona.

### **Descripción de la Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI), modelo 9063**

La Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI), modelo 9063, es un periférico USB versátil encerrado en un módulo EMS de tamaño medio. La DACI está diseñada para utilizarse con el software LVDAC-EMS. En conjunto, la DACI y LVDAC-EMS proporcionan un conjunto completo de instrumentos computarizados modernos para medir, observar, analizar y controlar parámetros eléctricos y mecánicos. Los instrumentos que se suministran incluyen voltímetros, amperímetros, un osciloscopio, un analizador de fasores, un analizador de armónicos, un analizador de espectro y medidores de: potencia, frecuencia, rendimiento, impedancia, factor de potencia, energía, par y velocidad. La DACI y LVDAC-EMS también permiten el registro manual y programado de datos. Los datos que se registran pueden guardarse en forma de archivos en ubicaciones establecidas, representarse gráficamente con la herramienta de trazado de gráficos disponible y exportarse a una aplicación de hoja de cálculo.

La DACI y LVDAC-EMS también pueden utilizarse con el Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960, a fin de implementar una variedad de funciones de control para la formación avanzada en diversos campos de la electricidad y nuevas energías, que incluyen la tecnología en energía eléctrica, las máquinas rotativas ca/cc, las energías renovables, las líneas de transmisión y la electrónica de potencia.

La DACI tiene dos funciones principales: realiza la adquisición de datos para proveer datos de señal sin procesar a los instrumentos computarizados de LVDAC-EMS, y realiza diversos tipos de funciones de control, principalmente el control de los interruptores electrónicos del módulo Cortador/inversor con IGBT, modelo 8837, o los del módulo Tiristores de Potencia, modelo 8841. La DACI puede realizar estas dos funciones al mismo tiempo. No obstante, cuando se implementa una función de control compleja, algunas entradas de tensión (E) o de corriente (I) de la DACI no están disponibles para la instrumentación computarizada.

Con el fin de activar la adquisición de datos para una función específica de la instrumentación computarizada, debe solicitarse una licencia para esta función por cada DACI en la que se utilizará. De forma similar, para activar una función de control específica, debe solicitarse una licencia para esta función por cada DACI en la que se utilizará.

El microprograma (el programa que se utiliza para ejecutar el microcontrolador) de la DACI puede actualizarse en todo momento utilizando la actualización de microprograma del dispositivo (DFU, del inglés Device Firmware Upgrade) que se incluye con la última versión de LVDAC-EMS disponible en el sitio web de Festo Didactic.



Consulte la subsección "La Unidad de aprendizaje 2" para aprender a instalar el software LVDAC-EMS para su uso con la DACI.



Consulte la guía del usuario titulada Instrumentación computarizada para EMS provista con la DACI para familiarizarse con los instrumentos computarizados siguientes: ventana Aparatos de medición, Osciloscopio, Analizador de fasores y Analizador de armónicos.

### Control, conectores e indicadores

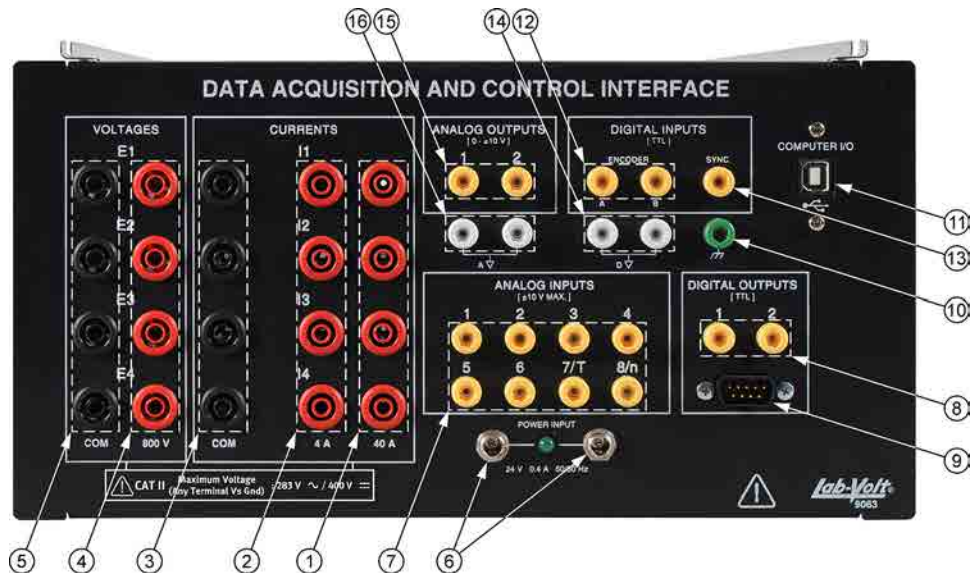


Figura 68: Panel frontal de la Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063.

### AVISO

La Interfaz de adquisición de datos y de control pertenece a la categoría de medición II (CAT II), lo que significa que el módulo está diseñado para efectuar mediciones en circuitos conectados a una instalación de baja tensión, tal como un equipo conectado por enchufe y alimentado desde el cableado del edificio.

1. Entradas de corriente de alto nivel (terminales de 40 A I1, I2, I3 e I4): estas cuatro tomas de tipo banana de seguridad se utilizan para medir niveles de corriente de hasta 40 A. Estas entradas están aisladas eléctricamente de los circuitos del módulo DACI mediante optoaisladores. Cuando utilice las Entradas de corriente de alto nivel, debe ajustar el Nivel de estas entradas a Alto (40 A) en el panel Ajustes de adquisición de datos y de control del software LVDAC-EMS.

2. Entradas de corriente de bajo nivel (terminales de 4 A I1, I2, I3 e I4): estas cuatro tomas de tipo banana de seguridad se utilizan para medir niveles de corriente de hasta 4 A. Estas entradas están aisladas eléctricamente de los circuitos del módulo DACI mediante optoaisladores. Cuando utilice las Entradas de corriente de bajo nivel, debe ajustar el Nivel de estas entradas a Bajo (4 A) en el panel Ajustes de adquisición de datos y de control del software LVDAC-EMS.



Cada una de las entradas de corriente de niveles bajo y alto está protegida contra sobrecorrientes mediante fusibles. Cuando se funda un fusible, sustitúyalo por otro idéntico.

3. Terminales Com. de corriente: estas cuatro tomas de tipo banana de seguridad se utilizan como puntos de conexión neutro (común) para las Entradas de corriente.
4. Entradas de tensión (terminales E1, E2, E3 y E4): estas cuatro tomas de tipo banana de seguridad se utilizan para medir niveles de tensión de hasta  $\pm 800$  V. Estas entradas están aisladas eléctricamente de los circuitos del módulo DACI mediante optoaisladores. Todas las entradas de tensión están totalmente protegidas contra sobretensiones. El nivel de tensión de cada entrada puede ajustarse a alto (800 V) o bajo (80 V) con el software LVDAC-EMS.
5. Terminales Com. de tensión: estas cuatro tomas de tipo banana de seguridad se utilizan como puntos de conexión neutro (común) para las entradas de tensión.
6. Tomas de Alimentación: una (cualquiera) de estas dos tomas se utiliza para alimentar la DACI con una tensión ca de 24 V proporcionada por la fuente de alimentación ca de 24 V de la Fuente de alimentación, modelo 8821-2, o por la Fuente de alimentación, modelo 30004-2. La otra toma de Alimentación puede conectarse a una de las tomas de entrada de alimentación ca de 24 V de otro módulo de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica para alimentar este módulo.
7. Entradas analógicas: estas ocho tomas en miniatura son entradas de baja tensión ( $\pm 10$  V) utilizadas para medir parámetros del circuito. La ganancia, el nivel y la unidad de cada entrada son programables con el software LVDAC-EMS. Las entradas analógicas "7/T" y "8/n" también se pueden utilizar para medir el par y la velocidad, respectivamente, con los medidores dedicados a este fin (es decir, los medidores AI-7/T y AI-8/n) en la ventana Aparatos de medición del software LVDAC-EMS. En ese caso, la ganancia está preajustada para las salidas T y n del Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, modelo 8960.
8. Tomas de las Salidas digitales: estas dos tomas en miniatura proporcionan señales de nivel TTL utilizadas para distintos fines.
9. Conector de las Salidas digitales: este conector de 9 pines, tipo D, proporciona señales de nivel TTL utilizadas para controlar diferentes interruptores electrónicos

de potencia como los del módulo Cortador/inversor con IGBT, modelo 8837, o el módulo Tiristores de potencia, modelo 8841.

10. Terminal de tierra: esta toma de tipo banana puede utilizarse para eliminar el ruido al realizar mediciones en determinadas condiciones.
11. Puerto E/S computadora: esta toma se utiliza para conectar la DACI a un puerto USB del ordenador que ejecuta el software LVDAC-EMS (se incluye un cable USB con la DACI).



Asegúrese de utilizar el cable suministrado con la DACI para conectar la DACI a un puerto USB del ordenador. No utilice un cable diferente, ya que podría provocar problemas de comunicación.

12. Terminales Codificador de las Entradas digitales (A y B): estas dos tomas en miniatura se utilizan como entrada de codificador incremental (A-B) para medir la velocidad de rotación de una máquina de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.
13. Terminal Sinc. de las Entradas Digitales: esta entrada se utiliza para facilitar la sincronización del Osciloscopio en LVDAC-EMS cuando el Osciloscopio se utiliza para observar señales PWM. Para ello, el Sinc. de las Entradas digitales debe estar conectado a la Salida sinc. del módulo Cortador/inversor con IGBT, modelo 8837, y la Fuente de disparo del Osciloscopio debe ajustarse a Externa (Ext.).
14. Terminales comunes de las Entradas digitales (D): estas dos tomas en miniatura proporcionan puntos de conexión comunes (neutro) para las Entradas digitales.
15. Terminales de las Salidas analógicas (1 y 2): estas dos tomas en miniatura proporcionan una tensión cuyo nivel puede ajustarse entre +10 V y -10 V mediante el software LVDAC-EMS. Cada tensión puede utilizarse para controlar un dispositivo en un circuito eléctrico.
16. Terminales comunes de las Salidas analógicas (A): estas dos tomas en miniatura proporcionan puntos de conexión comunes (neutro) para las Salidas analógicas.

### Funcionamiento de la DACI

La DACI consta de dos unidades, una de aislamiento y otra de adquisición de datos y de control.

- La unidad de aislamiento aísla y convierte las tensiones y corrientes de alto nivel, que se aplican a las entradas de tensión y corriente de la DACI, en señales de baja tensión. Cada señal de baja tensión es proporcional a la señal eléctrica de alto nivel de la entrada correspondiente, y está aislada eléctricamente de esta última señal. A las señales de baja tensión y a otras

señales provenientes de las entradas de baja tensión de la DACI se les dirige internamente hacia la unidad de adquisición de datos y de control.

- La unidad de adquisición de datos y de control contiene los circuitos necesarios para el muestreo y la conversión A/D de las señales analógicas. Convierte las señales de baja tensión en datos digitales correspondientes. Luego, el software LVDAC-EMS lee y analiza estos datos digitales. Los resultados se muestran en la pantalla del ordenador de acuerdo con la representación que el usuario haya seleccionado. Esto puede ser mediante un panel de medidores que muestra los valores de los parámetros medidos, un osciloscopio que muestra las formas de onda de dichos parámetros, etc.

Se utiliza un cable con puerto USB de alta velocidad para conectar el módulo DACI a la computadora personal. La figura siguiente muestra el panorama general del proceso de adquisición de datos y de control.

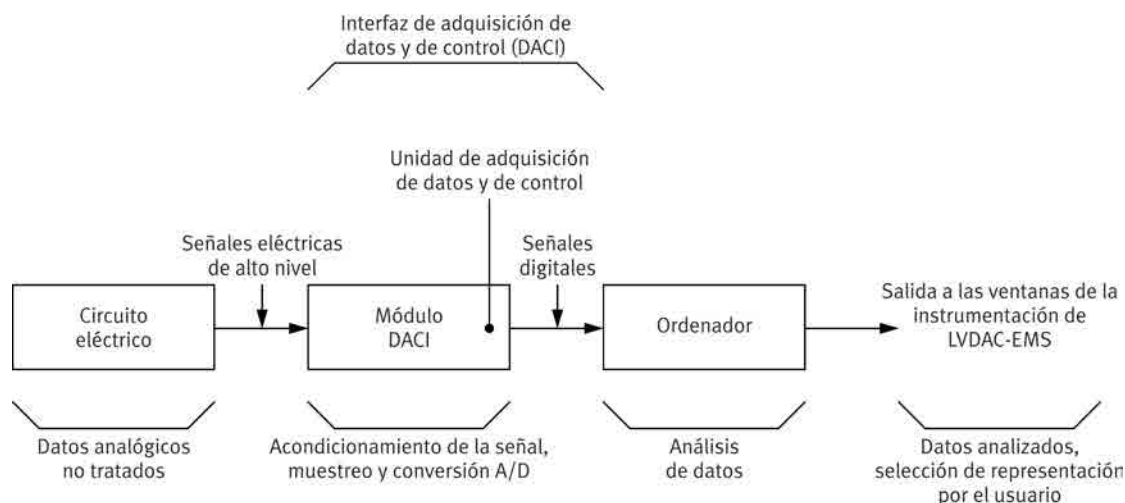


Figura 69: Panorama general del proceso de adquisición de datos y de control en el sistema LVDAC-EMS.

### Variantes de modelo de la DACI

La DACI está disponible en diferentes modelos. Cada variante tiene una combinación única de funciones previamente activadas en la fábrica. En todo momento, es posible activar una función adicional en la DACI comprando una licencia para dicha función y ejecutando luego el procedimiento de actualización en la DACI. Están disponibles las funciones siguientes:

- Función Instrumentación computarizada
- Conjunto de funciones Control del Cortador/Inversor
- Conjunto de funciones Control con tiristores
- Conjunto de funciones Control de producción de energía doméstica
- Conjunto de funciones Control del Rectificador/Inversor PWM trifásico
- Conjunto de funciones de Control de PMSM/motor BLDC

- Conjunto de funciones Control del Sistema de transmisión HVDC
- Conjunto de funciones Control de compensador estático de VAR (SVC)
- 9063 SDK (kit de desarrollo de software)
- Conjunto de funciones Control del Generador sincrónico
- Conjunto de funciones Control de compensador sincrónico estático (STATCOM)
- Función Sincronoscopio

### Procedimiento de montaje y conexiones para el funcionamiento de la DACI con el software LVDAC-EMS



Antes de realizar las siguientes manipulaciones, asegúrese de que la última versión de LVDAC-EMS, disponible en el sitio web de Festo Didactic, esté instalada en el ordenador anfitrión. Cuando LVDAC-EMS está abierto, puede verificar que tiene la última versión del software seleccionando Verifique si hay una actualización en el menú Ayuda de este software.

1. Instale la DACI en el puesto de trabajo.
2. Conecte la Alimentación de la DACI a una fuente de alimentación ca de 24 V (Fuente de alimentación, modelo 8821-2 o modelo 30004-2). Encienda la fuente de alimentación ca de 24 V.
3. Conecte el puerto USB de la DACI a un puerto USB del ordenador.
4. Encienda el ordenador e inicie el software LVDAC-EMS.

En la ventana Arranque de LVDAC-EMS, asegúrese de que la Interfaz de adquisición de datos y de control haya sido detectada. Asegúrese de que en la Interfaz de adquisición de datos y de control esté disponible la función Instrumentación computarizada. Seleccione la tensión y frecuencia de la red correspondientes a la tensión y frecuencia de su red de alimentación ca local, después haga clic en el botón Aceptar para cerrar la ventana Arranque de LVDAC-EMS.



Es posible que en este momento aparezca un mensaje en la pantalla indicando que antes de proceder es necesario actualizar la versión del microprograma de la DACI. En este caso, siga las instrucciones de la pantalla para actualizar el microprograma de la DACI.

Las instrucciones completas sobre cómo utilizar las aplicaciones de control de la DACI están disponibles en el manual o manuales del estudiante que acompañan al programa didáctico relacionado.

## Activación de los conjuntos de funciones

Cuando usted adquiere un nuevo conjunto de funciones para la DACI, debe activarlo realizando el procedimiento siguiente.

En primer lugar, realice el procedimiento anterior "Procedimiento de montaje para el funcionamiento de la DACI con el software LVDAC-EMS"

1. En el menú Herramientas de la ventana LVDAC-EMS, seleccione Activar Conjunto de funciones. Esto abrirá el cuadro de diálogo Seleccionar archivo.
2. En el cuadro de diálogo Seleccionar archivo, localice el archivo DFU (nombre\_del\_archivo.dfu) que recibió con el nuevo conjunto de funciones que debe activar. Este archivo DFU es necesario para activar el nuevo conjunto o conjuntos de funciones. Seleccione el archivo, con lo que aparecerá el cuadro de diálogo Preparación para la actualización.



Cada archivo DFU necesario para la activación de nuevos conjuntos de funciones tiene un número de serie específico. Esto significa que un archivo DFU sólo puede activar nuevos conjuntos de funciones en la DACI cuyo número de serie corresponda al número de serie que está en el nombre del archivo DFU. El número de serie se indica en el lado derecho de la DACI.

3. Siga las instrucciones de la pantalla para activar los nuevos conjuntos de funciones en la DACI.



Deberá reiniciar el software LVDAC-EMS para que los nuevos conjuntos de funciones queden disponibles.

## Especificaciones

Tabla 36: Especificaciones de la Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9063-0.

Entradas de tensión aisladas (4)	
Nivel (escalas baja/alta)	-80 V a +80 V / -800 a +800 V (seleccionable por el usuario en el software)
Impedancia (escalas baja/alta)	326,6 k $\Omega$ /3,25 M $\Omega$
Ancho de banda	CC a 65 kHz (-3dB)
Exactitud	1% (CC a 10 kHz)

Aislamiento	800 V
Nota	Diseñado para su utilización dentro de la CATEGORÍA DE MEDIDA I. Tensión de la red $\leq$ 240 V
<b>Entradas de corriente aisladas (4)</b>	
Nivel (escalas baja/alta)	-4 A a +4 A/ -40 a +40 A (25 A RMS)
Impedancia (escalas baja/alta)	50 m $\Omega$ /5 m $\Omega$
Ancho de banda	CC a 65 kHz (-3dB)
Exactitud	1% (CC a 10 kHz)
Aislamiento	800 V
Nota	Diseñado para su utilización dentro de la CATEGORÍA DE MEDIDA I. Tensión de la red $\leq$ 240 V
<b>Entradas analógicas (8)</b>	
Nivel de tensión	-10 V a +10 V
Impedancia	> 10 M $\Omega$
Ancho de banda	CC a 125 kHz
Parámetros medidos	Seleccionable por el usuario en el software
Relación del parámetro a la tensión	Determinado por el usuario en el software
<b>Convertidor A/D para entradas aisladas y analógicas (16)</b>	
Tipo	Aproximación sucesiva
Resolución	12 bits
No linealidad integral	$\leq \pm 1,5$ LSB

No linealidad diferencial	$\leq \pm 1$ LSB
Tasa de muestreo máxima	600 000 muestras/s (un canal)
Tamaño del amortiguador FIFO	16 000 muestras
<b>Salidas analógicas (2)</b>	
Nivel de tensión	-10 a +10 V
Impedancia operacional de la carga	> 600 $\Omega$
<b>Convertidor D/A para salidas analógicas (2)</b>	
Tipo	Red de resistencias
Resolución	12 bits
No linealidad integral	$\leq \pm 8$ LSB
No linealidad diferencial	-0,5 a +0,7 LSB
<b>Entradas digitales (3)</b>	
Tipos	Codificador (2), sincronización (1)
Nivel de la señal	0-5 V (compatible con TTL)
Frecuencia de entrada máxima	50 kHz
Impedancia	5 k $\Omega$
<b>Salidas digitales (9)</b>	
Tipo	Control (seis en un conector DB9 y dos en tomas de tipo banana de 2 mm) Sincronización (una en un conector DB9)
Nivel de la señal	0-5 V (compatible con TTL)
Frecuencia de salida máxima	20 kHz (limitado por el software)

Impedancia	200 $\Omega$
Interfaz E/S computadora	USB 2.0 a toda velocidad mediante receptáculo de tipo B
Requisitos de alimentación	24 V - 0,4 A 50/60 Hz
<b>Accesorios</b>	
	Cable de conexión USB, de 2 m (1)
	Cable de alimentación de 24 V (1)
	Cables de prueba con toma de tipo banana de 2 mm (3)
	Cable de control con conector DB9 (1)
<b>Requisitos de la computadora personal</b>	
	Se necesita una computadora personal con puerto USB, ejecutándose en uno de los siguientes sistemas operativos de Microsoft®: Windows®7, Windows®8 o Windows®10.

## Instrumentación computarizada de la DACI

**Tabla 37: Especificaciones de las funciones de la instrumentación computarizada en la Interfaz de adquisición de datos y de control, modelo 9069-1.**

<b>Aparatos de medición</b>	
Número de aparatos de medición	18
Ventana de muestreo	250 ms o ajustable por el usuario en el software (11,4 a 819 ms)
Frecuencia de muestreo (cada aparato)	7,68 kHz (a 120/208 V 60 Hz), 6,4 kHz (a 220/380 V, 50 Hz o 240/415 V, 50 Hz), o ajustable por el usuario con el software (1,25 kHz a 22,4 kHz)

Tipo de pantalla	Digital o analógica, seleccionable por el usuario en el software
<b>Osciloscopio</b>	
Número de canales	8
Sensibilidad vertical	2 V/div. a 200 V/div.
Base temporal	0,1 ms/div. a 10 s/div.
Ventana de muestreo	20 x base temporal seleccionada
Frecuencia de muestreo	512 muestras por parámetro medido por barrido horizontal, hasta un máximo de 512 kHz
<b>Analizador de fasores</b>	
Sensibilidad	2 V/div. a 200 V/div., 0,05 A/div. a 5 A/div.
Ventana de muestreo	Ajustada con el software (2 ms a 614 ms)
Frecuencia de muestreo (cada fasor)	Ajustada con el software (10 kHz a 512 kHz)
<b>Analizador de armónicos</b>	
Gama de la frecuencia fundamental	1 Hz a 1400 Hz
Número de componentes armónicos	5 a 40, seleccionable por el usuario en el software
Escala vertical (escala relativa)	0,1%/div. a 10%/div.
Escala vertical (escala absoluta)	0,5 V/div. a 50 V/div., 0,01 A/div. a 1 A/div.
Ventana de muestreo	Ajustada con el software (10 ms a 15 s)
Frecuencia de muestreo	Ajustada con el software (120 Hz a 180 kHz)

<b>Sincronoscopio (suministrado con el modelo 9069-C)</b>	
Valores controlados (en una fase)	Tensión de la red, tensión del generador, diferencia de tensión, frecuencia de la red, frecuencia del generador



**CE Importador:**

Festo Didactic SE  
Rechbergstr. 3  
73770 Denkendorf  
Alemania  
Tel.: +49 711 3467-0  
did@festo.com

**US Importador:**

Festo Didactic Inc.  
607 Industrial Way West  
Eatontown, NJ 07724  
Estados Unidos  
Tel.: +1 732 938-2000  
Sin cargo: +1-800-522-8658  
services.didactic@festo.com

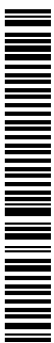
**CA Fabricante:**

Festo Didactic Ltée/Ltd  
675, rue du Carbone  
Québec (Québec) G2N 2K7  
Canadá  
Tel.: +1 418 849-1000  
Sin cargo: +1-800-522-8658  
services.didactic@festo.com

**UK Importador:**

Festo Ltd  
Applied Automation Centre  
Brackmills  
Northampton, NN4 7PY  
Reino Unido  
T +44 800 626 422  
info\_gb@festo.com

**[www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)**



00005847790000000000100