

Instrumentación computarizada para EMS

FESTO

Tecnología de la energía
eléctrica

Manual del usuario



Electricidad y Nuevas Energías

**Instrumentación computarizada
para EMS**

Manual del usuario

52962-EJ

Nº de artículo: 52962-EJ

Primera edición

Actualización: 06/2017

Por el personal de Festo Didactic

© Festo Didactic Ltée/Ltd, Québec, Canada 2017

Internet: www.festo-didactic.com

e-mail: did@de.festo.com

Impreso en Canadá

Todos los derechos reservados

ISBN 978-2-89747-991-6 (Versión impresa)

ISBN 978-2-89747-993-0 (CD-ROM)

Depósito legal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Depósito legal – Library and Archives Canada, 2017

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

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

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

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





















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

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









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

Símbolos de seguridad y de uso frecuente

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

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

Símbolos de seguridad y de uso frecuente

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

Índice

Acerca de este manual.....	VII
1 Software LVDAC-EMS.....	1
1.1 Instalación del software LVDAC-EMS.....	1
1.2 Ejecución del software LVDAC-EMS.....	1
2 Familiarización con la ventana Aparatos de medición y con la Tabla de datos.....	12
2.1 Montaje de los equipos.....	12
2.2 Medición de parámetros eléctricos con la ventana Aparatos de medición.....	14
2.3 Registro de datos en la Tabla de datos.....	16
2.4 Trazado de un gráfico con los datos guardados.....	16
2.5 Medición de parámetros mecánicos con la ventana Aparatos de medición.....	17
3 Familiarización con el Osciloscopio.....	19
3.1 Montaje de los equipos.....	19
3.2 Ajustes del disparo, horizontal y vertical.....	21
3.3 Modos de Regeneración simple y Continua.....	22
3.4 Función Escala automática.....	23
3.5 Sección de datos de las formas de onda.....	23
3.6 Almacenamiento de formas de onda en la memoria.....	24
3.7 Visualización de formas de onda a partir de la memoria.....	24
4 Familiarización con el Analizador de fasores.....	25
4.1 Montaje de los equipos.....	25
4.2 Selección de fasores y ajustes de la escala.....	26
4.3 Selección del fasor de referencia.....	27
4.4 Observación de los fasores.....	28
4.5 Sección de datos de los fasores.....	28
5 Familiarización con el Analizador de armónicos.....	29
5.1 Montaje de los equipos.....	29
5.2 Ajustes del Analizador de armónicos.....	30
5.3 Observación del contenido de armónicos.....	31
5.4 Cursores.....	32
6 Medición de potencia trifásica con la ventana Aparatos de medición.....	33
6.1 Montaje de los equipos.....	33
6.2 Medición de potencia en circuitos trifásicos equilibrados, mediante la ventana Aparatos de medición.....	34
6.3 Medición de potencia en circuitos trifásicos mediante la ventana Aparatos de medición (método de los dos vatímetros).....	36

Acerca de este manual

Las tecnologías de enseñanza computarizadas se utilizan cada vez más en el ámbito de la educación. La Adquisición de datos y el control para sistemas electromecánicos (LVDAC-EMS) forman parte de esta tendencia.

El sistema LVDAC-EMS consta de un conjunto completo de instrumentos computarizados, tales como la ventana [Aparatos de medición](#), el [Osciloscopio](#), el [Analizador de fasores](#) y el [Analizador de armónicos](#). Se ejecuta en una computadora personal, en el sistema operativo Windows® de Microsoft®. LVDAC-EMS permite realizar mediciones de tensión, corriente, potencia, factor de potencia, velocidad y par, entre otros. Asimismo, permite observar señales eléctricas en los dominios del tiempo y de la frecuencia, dotando así a estudiantes y profesores de herramientas que demuestran de forma clara los conceptos relativos a la tecnología de la energía eléctrica.

El sistema LVDAC-EMS se basa en la [Interfaz de adquisición de datos y de control \(DACI\)](#). El módulo DACI enlaza el ordenador a los módulos de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica y procesa todas las señales. Estas son señales de tensiones y corrientes de bajo nivel, entre otras, que se convierten en datos antes de almacenarlas en el ordenador. El software LVDAC-EMS emplea estas señales para mostrar todas las mediciones y la información que se relacionan con ellas. El sistema LVDAC-EMS permite además el registro y la representación gráfica de datos, al igual que un modo de funcionamiento autónomo. Ofrece grandes posibilidades y versatilidad en la enseñanza de tecnologías de la energía eléctrica.

Esta guía está diseñada para familiarizar al usuario con los diferentes instrumentos computarizados, tales como la ventana [Aparatos de medición](#), el [Osciloscopio](#), el [Analizador de fasores](#) y el [Analizador de armónicos](#). Consta de cinco secciones.

Cada una de las secciones 2 a 5 estudia un instrumento computarizado diferente. La sección 2 le permite al usuario familiarizarse con el funcionamiento de la ventana [Aparatos de medición](#). Allí se explica también cómo registrar datos en la [Tabla de datos](#) y trazar gráficos con ellos. La sección 3 estudia el funcionamiento del [Osciloscopio](#). La sección 4 describe el funcionamiento del [Analizador de fasores](#). La sección 5 permite la familiarización con el funcionamiento del [Analizador de armónicos](#). En cada una de estas secciones se incluye un ejercicio práctico, paso a paso, que le muestra al usuario cómo utilizar el instrumento computarizado correspondiente.

La sección 6 es un ejercicio práctico, paso a paso, que muestra cómo medir potencia eléctrica en circuitos trifásicos utilizando la ventana [Aparatos de medición](#).

Esta guía del usuario está prevista para estudiantes y profesores. Se recomienda que todos los estudiantes realicen los ejercicios prácticos de esta guía antes de comenzar a realizar cualquier otro ejercicio práctico con los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

En este sistema didáctico se emplean componentes de uso industrial con el fin de brindar una experiencia lo más cercana posible a la formación en entornos reales. No obstante, al utilizar el sistema es posible encontrar la complejidad y los riesgos asociados al uso de dichos componentes. Por este motivo, antes de utilizar los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica los alumnos y los profesores deben comprender sus principios de funcionamiento.

1 Software LVDAC-EMS

Si usted utiliza la [Interfaz de adquisición de datos y de control \(DACI\)](#) y/o el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#), instale y ejecute el software [LVDAC-EMS](#) como se indica a continuación.

1.1 Instalación del software LVDAC-EMS

1. Abra una sesión de Windows como administrador.
2. Verifique si en el ordenador hay versiones antiguas del software [LVDAC-EMS](#), y asegúrese de desinstalarlas.

Si carece del DVD-ROM de instalación, no continúe el resto de este procedimiento. En tal caso, descargue el software [LVDAC-EMS](#) a partir del sitio web de Festo Didactic. Para ello, busque y abra la página de información de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#), o la del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#). En la sección Descargas de dicha página, haga clic en "LVDAC-EMS (software y microprograma para el modelo 9063 solamente)". A continuación, guarde en el disco de su ordenador el archivo LVDacEms*****.zip a fin de descargarlo. Al concluir la descarga del archivo, extraiga todos los archivos comprimidos en la carpeta de su preferencia en el ordenador. Localice el archivo setup.exe entre los archivos que ha extraído. Después, siga las indicaciones del asistente de instalación de LVDAC-EMS a fin de completar la instalación del software.

3. Introduzca el DVD-ROM del software [LVDAC-EMS](#) en la unidad correspondiente.
4. Utilice el explorador de Windows para iniciar (doble clic) el archivo Setup.exe del directorio principal de su DVD-ROM.
5. Siga las instrucciones del asistente de instalación de LVDAC-EMS a fin de completar la instalación del software.
6. En este momento la instalación ha finalizado.

1.2 Ejecución del software LVDAC-EMS

El software [LVDAC-EMS](#) puede ejecutarse en el modo Hardware conectado o en el modo Autónomo. En el modo Hardware conectado, los valores de los parámetros que muestra [LVDAC-EMS](#) provienen de muestras de señales que detecta la [Interfaz de adquisición de datos y de control \(DACI\)](#) y/o el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#). 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 [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#).

En este procedimiento se supone que tanto la [DACI](#) como el [Controlador de dinamómetro y 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 [DACI](#) y el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#), consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica, así como la guía del usuario de estos módulos.

1. Instale la [DACI](#), la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) y el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) en el puesto de trabajo.
2. Realice las conexiones para poner a tierra el equipo de forma correcta.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Asegúrese de que el interruptor principal del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte su *Alimentación* a una toma ca mural debidamente protegida.

Asegúrese de que el interruptor principal de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte la *Alimentación* de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Conecte la *Alimentación* de la [DACI](#) a la *Salida de energía* de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#).
5. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.

En la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), coloque el interruptor principal de alimentación en la posición *I* (encendido). Observe que el LED *Alimentación* de la [DACI](#) se ilumina para indicar que está ingresando energía al módulo.

6. Encienda el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) colocando el interruptor *Alimentación* en la posición *I* (encendido).
7. Conecte los puertos USB de la [DACI](#) y del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#) a los puertos USB del ordenador.

Si es la primera vez que se conectan al ordenador la [DACI](#) y/o el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#), Windows configurará el nuevo o nuevos periféricos USB con el controlador o controladores de dispositivo preinstalados.

8. Encienda el ordenador e inicie el software [LVDAC-EMS](#). Al hacer esto, aparece la ventana inicial de [LVDAC-EMS](#) durante algunos segundos, seguida de la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#). Mientras tanto, [LVDAC-EMS](#) intenta comunicarse con la [DACI](#) y el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#).

Es posible que en este momento aparezca un mensaje en la pantalla del ordenador indicando que la versión de [LVDAC-EMS](#) de su ordenador no es la más reciente. Por consiguiente, el software debe actualizarse antes de continuar. En tal caso, descargue la última versión de [LVDAC-EMS](#) a partir del sitio web de Festo Didactic. Para ello, busque y abra la página de información de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#), o la del [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#). En la sección Descargas de dicha página, haga clic en "LVDAC-EMS (software y microprograma para el modelo 9063 solamente)". A continuación, guarde en el disco de su ordenador el archivo LVDacEms*****.zip a fin de descargarlo. Al concluir la descarga del archivo, extraiga todos los archivos comprimidos en la carpeta de su preferencia en el ordenador. Localice el archivo Setup.exe entre los archivos que ha extraído. Después, siga las indicaciones del asistente de instalación de LVDAC-EMS a fin de completar la instalación del software.

Si [LVDAC-EMS](#) ha logrado comunicarse de forma correcta con la [DACI](#) y el [Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes](#), la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#) muestra los nombres de los módulos, sus números de serie y sus conjuntos de funciones disponibles. Así pues, la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#) muestra los nombres y los números de serie de estos módulos, al igual que los conjuntos de funciones disponibles para cada uno (ver la figura 1). Los conjuntos de funciones disponibles están activos en la [DACI](#). Es posible que la ventana de arranque en su ordenador incluya menos conjuntos de funciones que los que se ven en la figura 1.

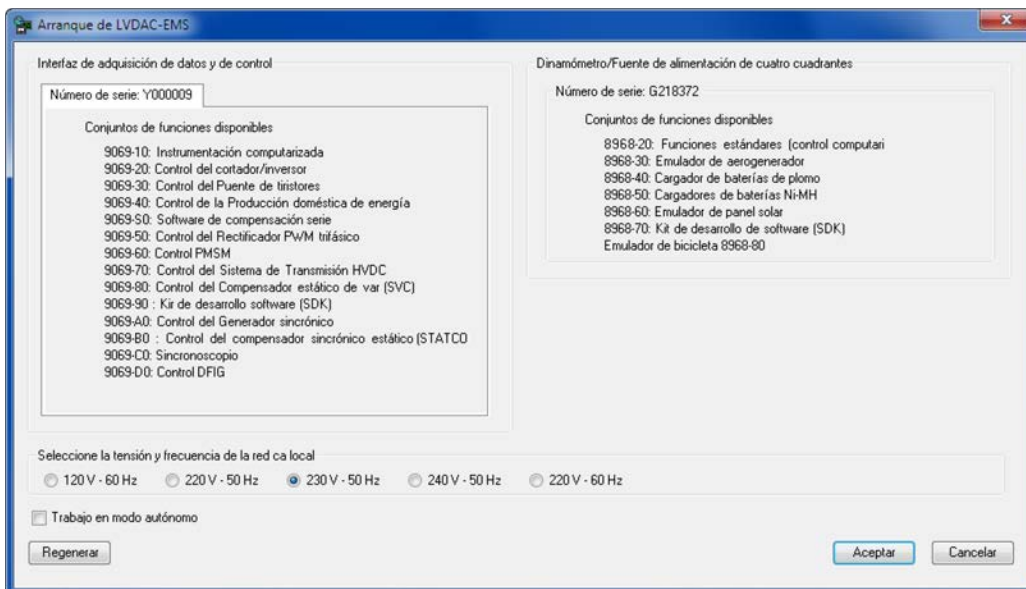


Figura 1. Ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#) (ejemplo).

Si LVDAC-EMS no ha podido comunicarse de forma adecuada con la DACI, la ventana Arranque de LVDAC-EMS no mostrará ninguna información relativa a la DACI. Del mismo modo, si LVDAC-EMS no ha podido comunicarse de forma adecuada con el Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes, la ventana Arranque de LVDAC-EMS no mostrará ninguna información relativa al Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. Por ejemplo, la figura 2 muestra la información que aparece en la ventana Arranque de LVDAC-EMS cuando no se ha establecido comunicación con la DACI, pero sí con el Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes. En tal caso, haga lo que se indica a continuación a fin de establecer comunicación con ambos módulos.

Intente de nuevo establecer comunicación entre el software y los módulos haciendo clic en el botón *Regenerar* de la ventana Arranque de LVDAC-EMS. Si LVDAC-EMS aún no puede comunicarse con uno o ambos módulos, asegúrese de que la alimentación de éstos sea apropiada. A continuación, verifique la conexión del puerto USB entre los módulos y el ordenador.

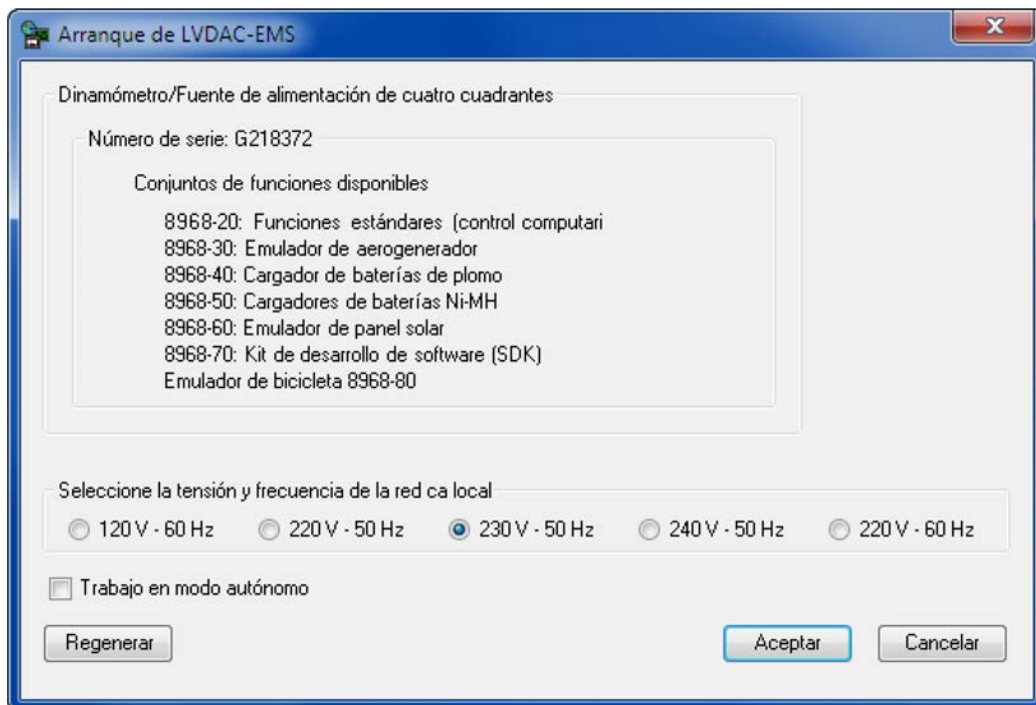


Figura 2. Ventana Arranque de LVDAC-EMS cuando no se ha establecido comunicación con el módulo DACI, pero sí con el Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes.

Cuando se utiliza una DACI de extensión (segunda) a fin de implementar ciertas funciones de control avanzadas, la ventana Arranque de LVDAC-EMS para esta DACI se ve como la de la figura 3. Como allí se ve, no se muestra ningún conjunto de funciones para una DACI de extensión.

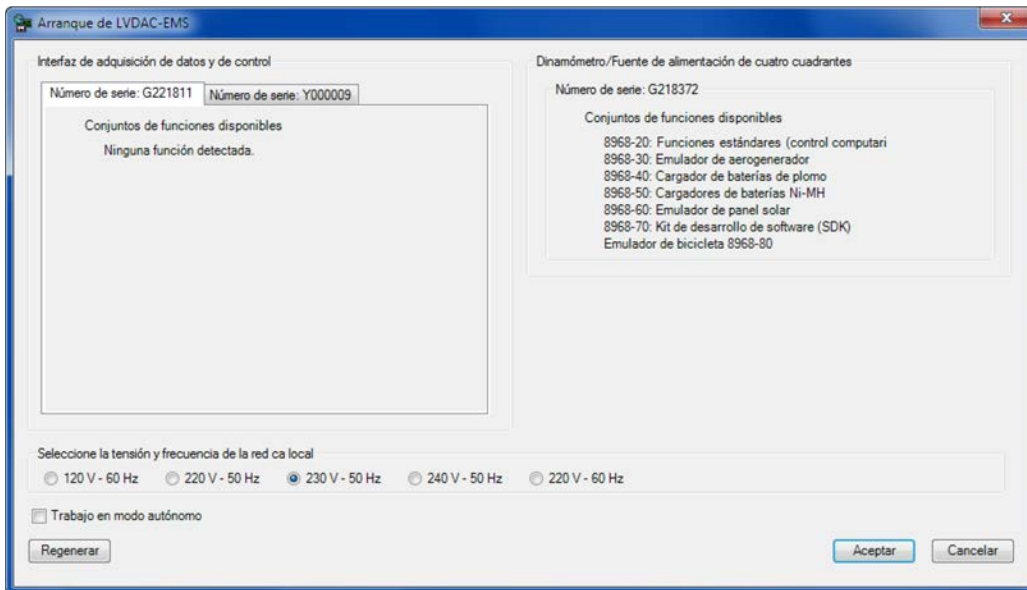


Figura 3. Ventana **Arranque de LVDAC-EMS** cuando se ha establecido una comunicación adecuada con una **DACI** de extensión y con el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**.

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

Tras cerrar la ventana **Arranque de LVDAC-EMS**, es posible que aparezca un cuadro de diálogo como el de la figura 4, solicitándole que actualice el microprograma del módulo **DACI** o el del **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**. Por ejemplo, en la figura 4 el cuadro de diálogo *Se requiere el microprograma actualizado* le solicita al usuario actualizar el microprograma de la **DACI**. En este caso, haga clic en el botón **Aceptar** del cuadro de diálogo *Se requiere el microprograma actualizado*. A continuación, siga las instrucciones de la pantalla a fin de actualizar el microprograma del módulo. (Para ello, es necesario que usted apague tanto la **DACI** como el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**). Una vez que finalice la actualización del microprograma, encienda tanto la **DACI** como el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**. Luego haga clic en el botón **Regenerar** de la ventana **Arranque de LVDAC-EMS**. Asegúrese de que se hayan detectado ambos módulos y luego repita la manipulación anterior a fin de acceder a la ventana principal de **LVDAC-EMS**.



Figura 4. Cuadro de diálogo de **LVDAC-EMS** en el que se le solicita al usuario actualizar el microprograma de la **DACI**.

10. La figura 5 muestra la ventana principal de **LVDAC-EMS**. La indicación "Modo hardware conectado" en la esquina inferior derecha de esta ventana significa que es correcta la conexión de **LVDAC-EMS** con la **DACI** y con el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**. La barra de herramientas permite la selección rápida de un instrumento o de una función de control implementados con la **DACI**, o abrir el **Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, lo que permite acceder a las funciones que se implementan con el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**.

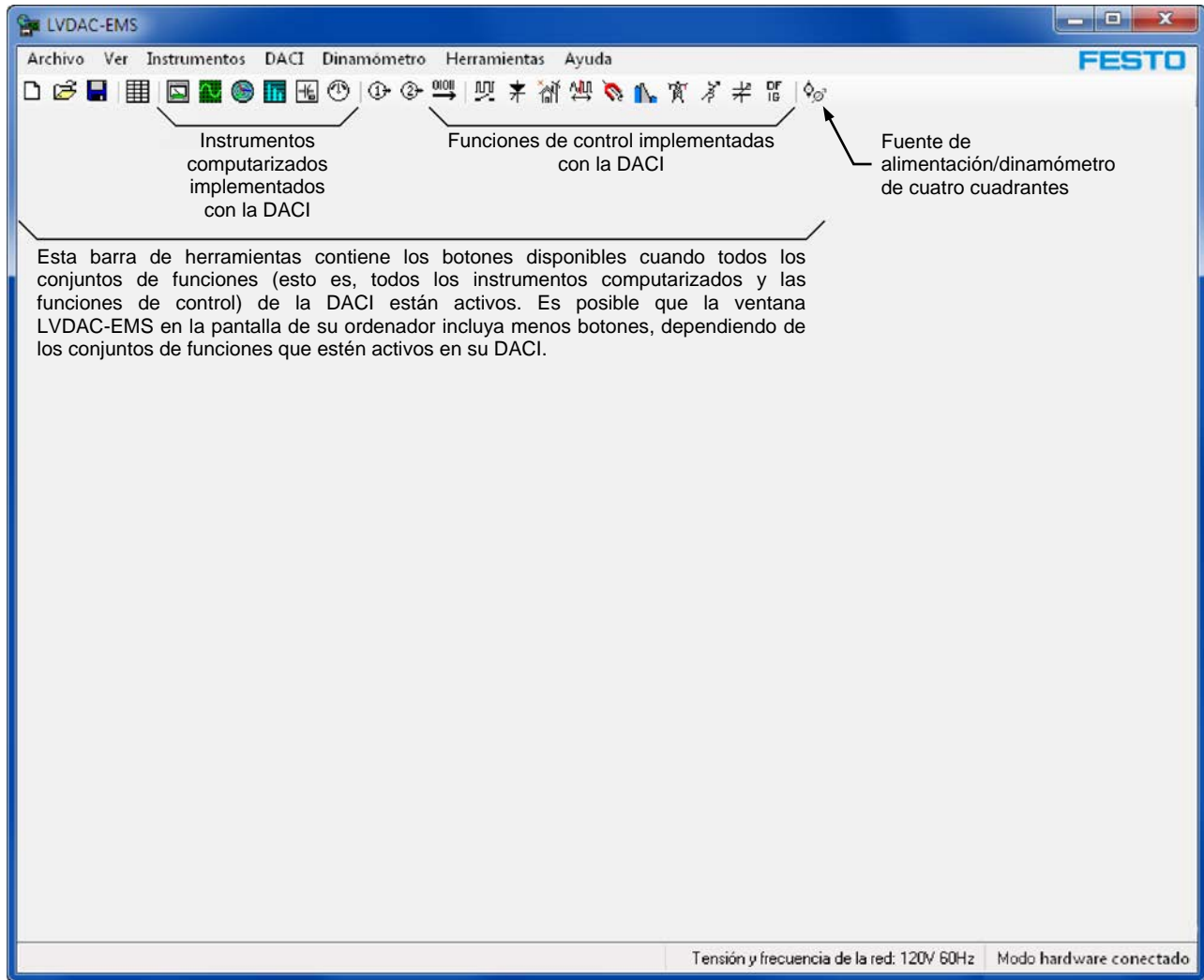


Figura 5. Ventana principal del software **LVDAC-EMS**.

11. Para cambiar el idioma y las unidades que se emplean en **LVDAC-EMS**, seleccione **Opciones** en el menú **Herramientas**. Esto hace aparecer el cuadro de diálogo **Opciones** (figura 6). Allí, seleccione el idioma y las unidades de su preferencia. Luego haga clic en **Aceptar** a fin de hacer efectivos los cambios, y luego cierre el cuadro de diálogo **Opciones**.

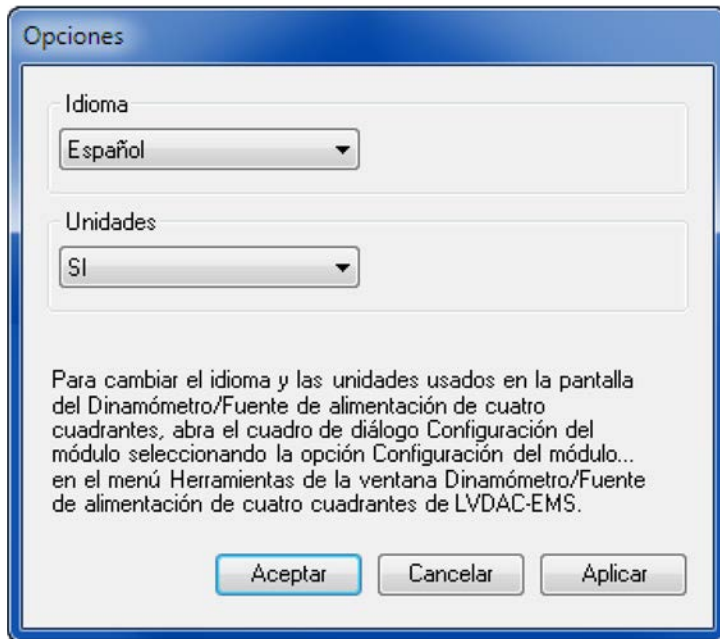


Figura 6. Modificación de las unidades y del idioma de LVDAC-EMS, accediendo al cuadro de diálogo *Opciones* mediante la selección de *Opciones* en el menú *Herramientas*.

- Para iniciar un instrumento computarizado implementado con la DACI, selecciónelo en el menú *Instrumentos* (ver 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 al abrir 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. 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.

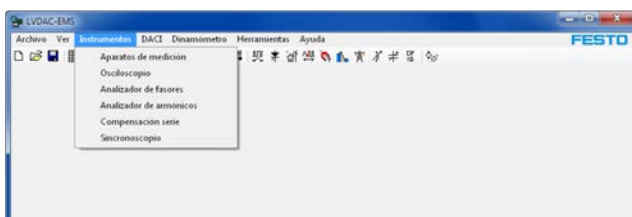


Figura 7. Para iniciar un instrumento computarizado, selecciónelo en el menú *Instrumentos* de LVDAC-EMS, o haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas de LVDAC-EMS.

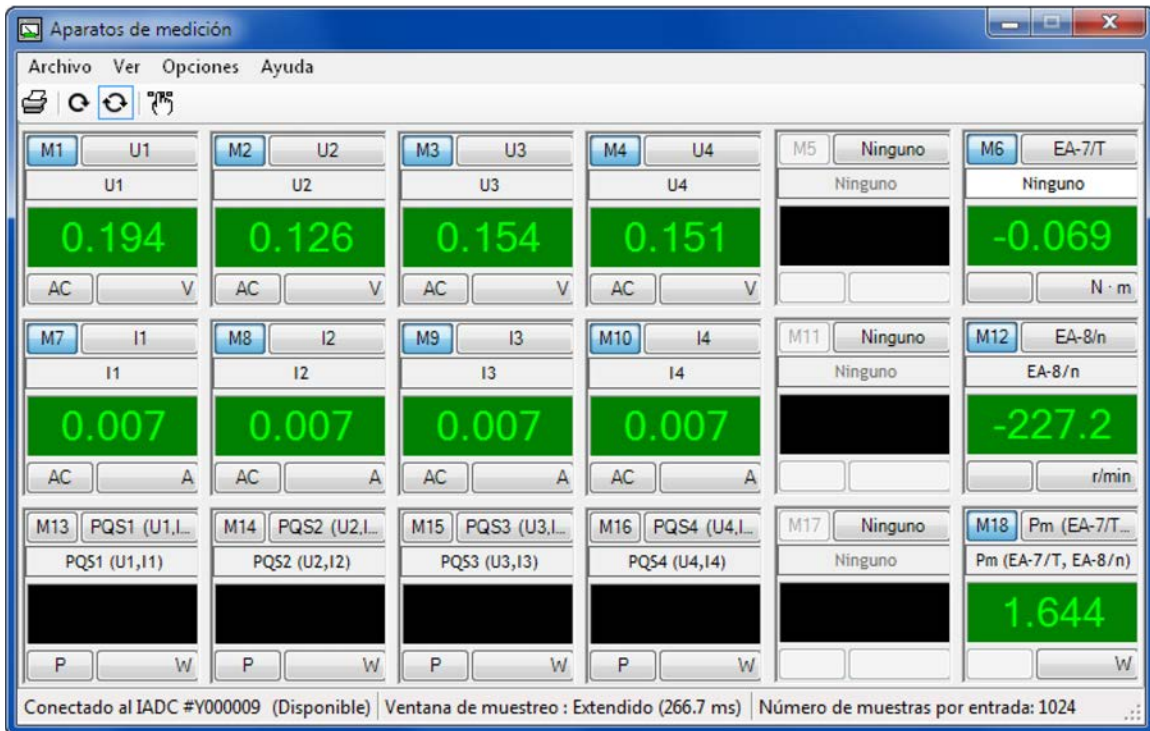


Figura 8. Al iniciar el instrumento *Aparatos de medición*, aparece la ventana del mismo nombre.

13. Para iniciar una función de control implementada con la *DACI*, seleccione esta función en el menú *DACI* (figura 9) 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.

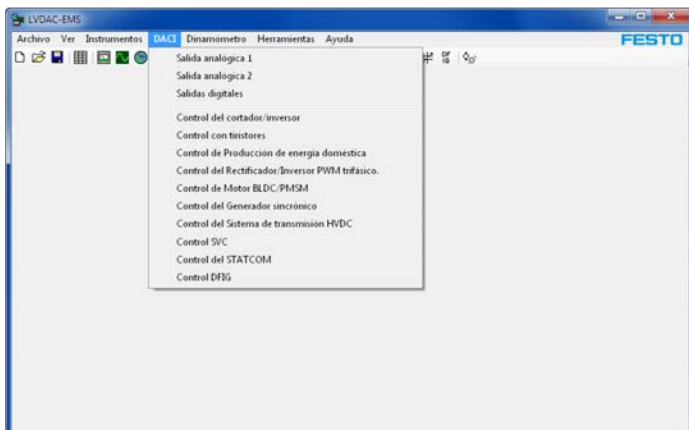


Figura 9. Para iniciar una función de control implementada con la *DACI*, debe seleccionarse la función en el menú *DACI*, o hacer clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas.

14. Tras iniciar una función de control aparece una ventana en la que el usuario puede seleccionar la función específica que desea implementar y ajustar sus parámetros. Por ejemplo, la figura 10 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 parámetros correspondientes de dicha función. Por ejemplo, en la figura 10 la función que se ha seleccionado es *Inversor autónomo monofásico*. Cada parámetro de esta función puede ajustarse haciendo clic en el nombre del parámetro e ingresando el valor deseado, o seleccionando este valor a partir de la opción correspondiente 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.

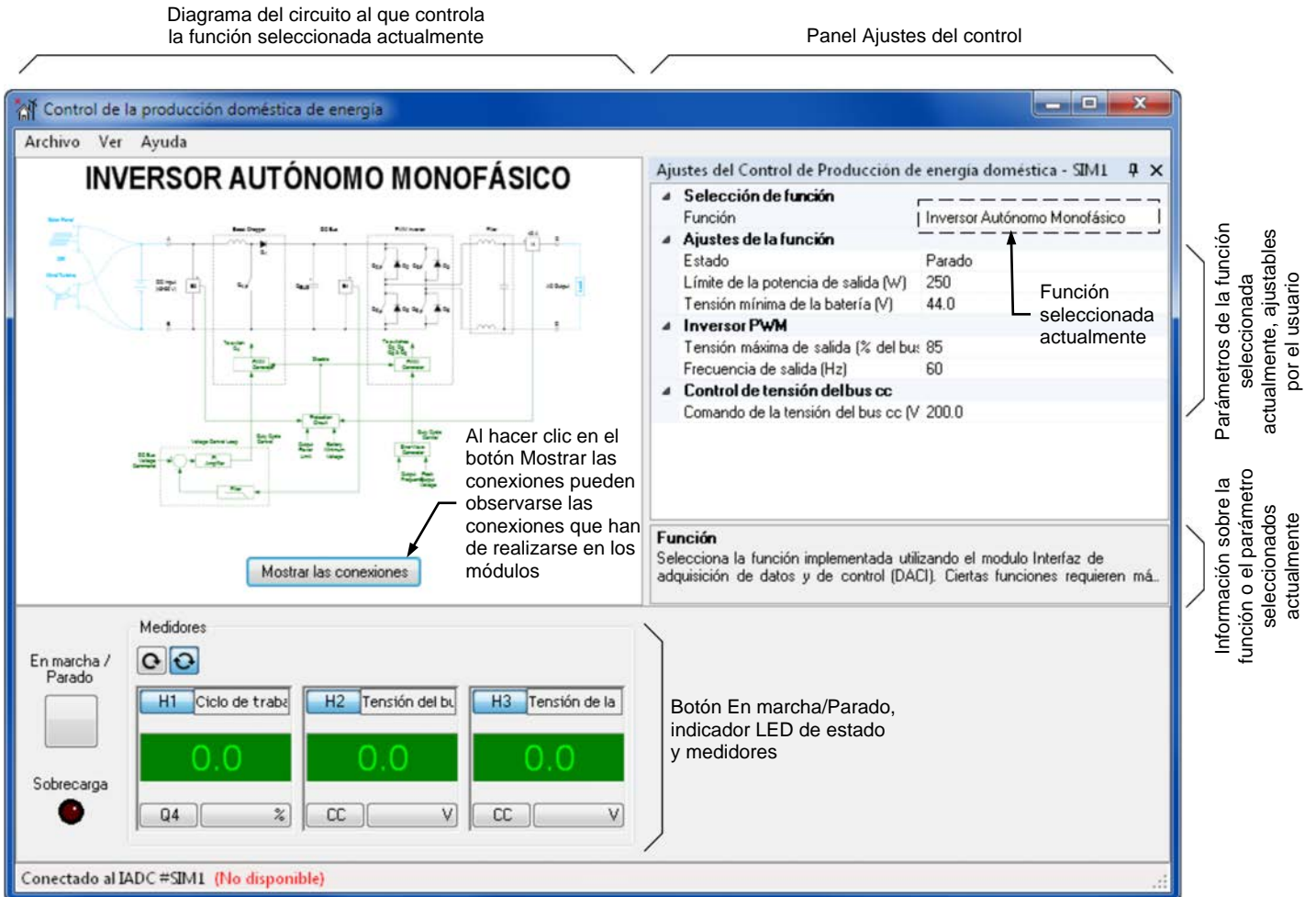


Figura 10. Ventana *Control de la producción doméstica de energía*.

- 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 parámetros, y otros. Esto depende de la función que se elija.
- Finalmente, la ventana de control muestra un diagrama del circuito eléctrico al que controla 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 al hacer el montaje de los equipos para la función seleccionada (ver la figura 11). Las conexiones que muestra la ventana *Conexiones* corresponden a las que se representan mediante líneas negras en la figura 10.

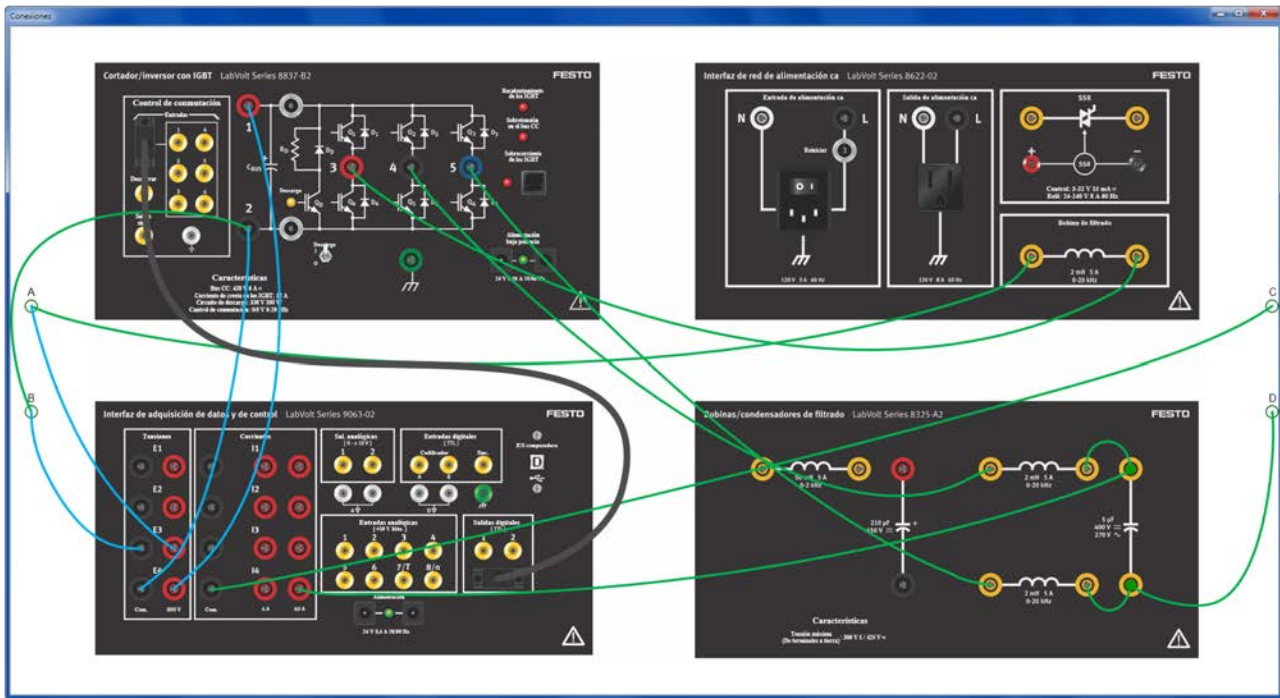


Figura 11. Ventana *Conexiones* que muestra las conexiones necesarias en los módulos a fin de implementar la función *Inversor autónomo monofásico*.

Es posible que para ciertas funciones en las que se emplea un controlador complejo, 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 el diagrama de bloques del controlador. La figura 12 muestra un ejemplo.

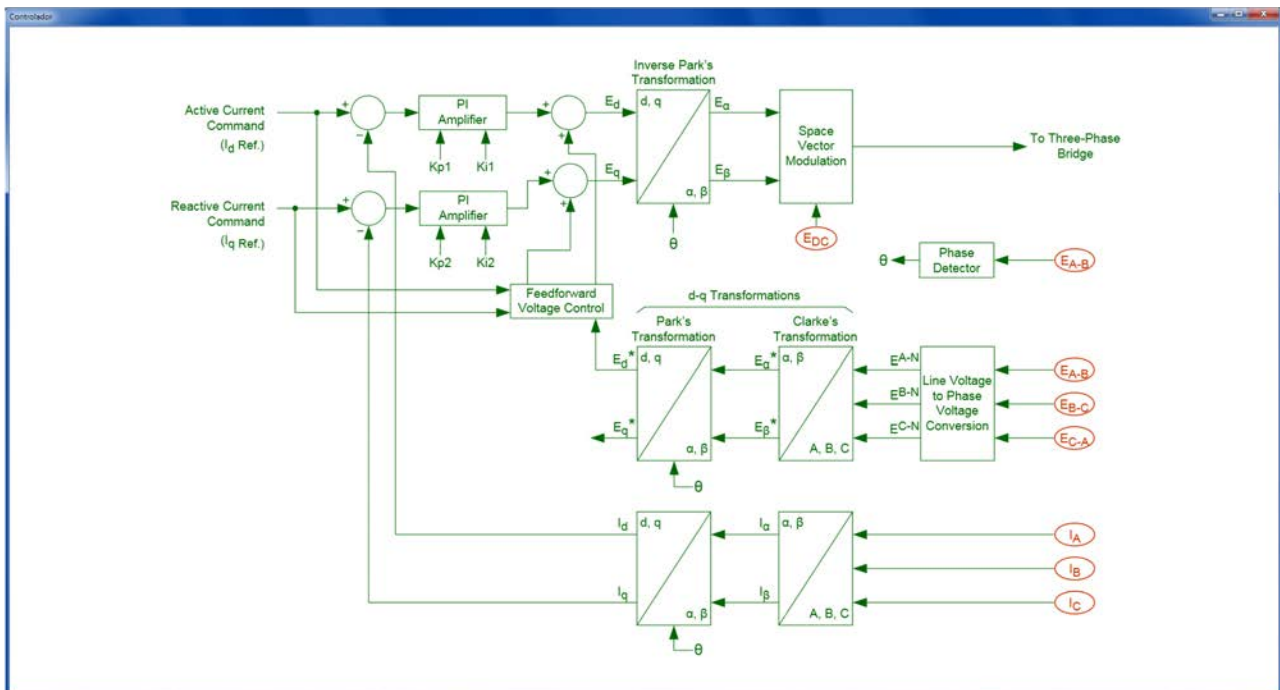


Figura 12. Ventana *Controlador*, en donde aparece el diagrama de bloques del controlador en la función *Control del Rectificador/Inversor PWM trifásico*.

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 *Muestre la AVR* aparece una ventana que muestra el diagrama de bloques del regulador automático de tensión del generador hidroeléctrico.
- Al hacer clic en el botón *Muestre el Regulador de velocidad* aparece una ventana que muestra el diagrama de bloques del regulador de velocidad del generador hidroeléctrico.
- Al hacer clic en el botón *Muestra vista SCADA* aparece una vista SCADA del generador hidroeléctrico, como se ve en la figura 14. Esta contiene botones adicionales, entre otros, para poner en marcha y detener el emulador y el controlador del generador.

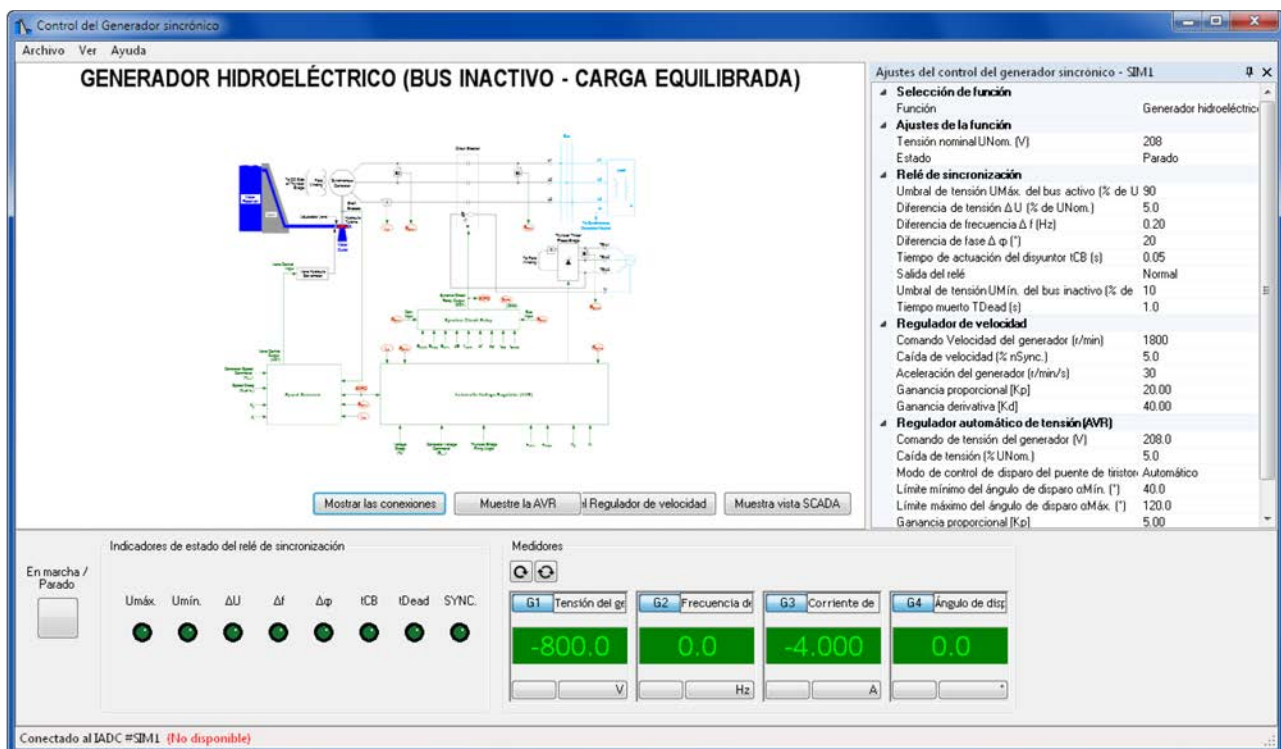


Figura 13. Ventana *Control del generador síncrono*, al seleccionar la función *Generador hidroeléctrico (Bus inactivo - Carga equilibrada)*.

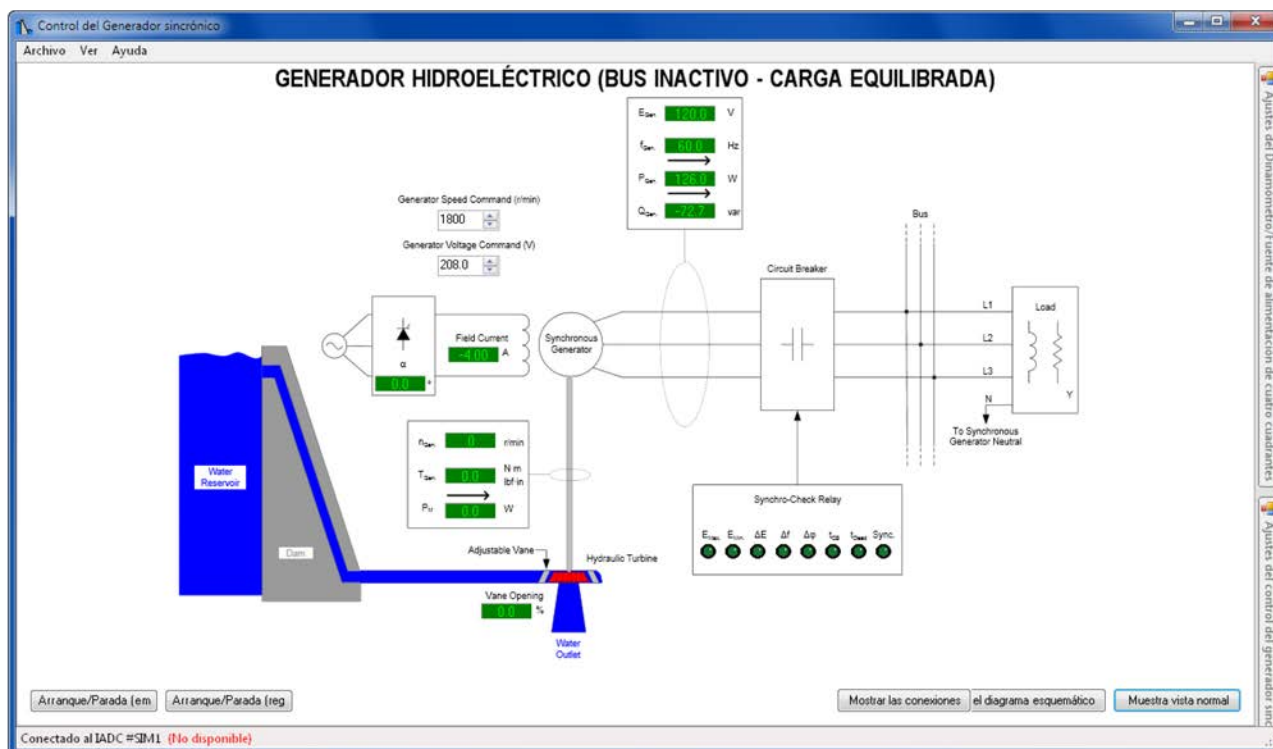


Figura 14. Vista SCADA de la función *Generador hidroeléctrico (Bus inactivo - Carga equilibrada)*.

Consulte las guías del usuario de la DACI y del Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes para obtener información adicional acerca de los instrumentos y funciones disponibles para estos módulos en LVDAC-EMS.

2 Familiarización con la ventana Aparatos de medición y con la Tabla de datos

⚠ ATENCIÓN



En este ejercicio práctico se trabaja con altas tensiones. No haga ni modifique ninguna conexión con las fichas tipo banana cuando la alimentación esté encendida, a menos que se especifique lo contrario.

2.1 Montaje de los equipos

1. Instale en el puesto de trabajo la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V, la Fuente de alimentación ca de 24 V, el módulo Carga resistiva y la Interfaz de adquisición de datos y de control.
2. Realice las conexiones necesarias para poner a tierra el equipo de forma correcta.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Asegúrese de que esté apagada la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**. A continuación, conecte los terminales L1, L2, L3 y N de dicha fuente a una toma ca trifásica debidamente protegida.

Asegúrese de que el interruptor principal de la **Fuente de alimentación ca de 24 V** esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte la **Alimentación** de la **Fuente de alimentación ca de 24 V** a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Conecte la **Alimentación** de la **Interfaz de adquisición de datos y de control** a la **Salida de energía** de la **Fuente de alimentación ca de 24 V**.
5. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.

En la **Fuente de alimentación ca de 24 V**, coloque el interruptor principal de alimentación en la posición *I* (encendido). Observe que el LED **Alimentación** de la **Interfaz de adquisición de datos y de control** se ilumina para indicar que está ingresando energía al módulo.

6. Conecte el equipo como se muestra en la figura 15. A fin de implementar el resistor R_1 , conecte en paralelo las tres secciones de resistores del módulo **Carga resistiva**.

Los terminales rojos de las entradas **U1** e **I1** de la **Interfaz de adquisición de datos y de control** corresponden a los terminales identificados con un signo (+) en la figura 15.

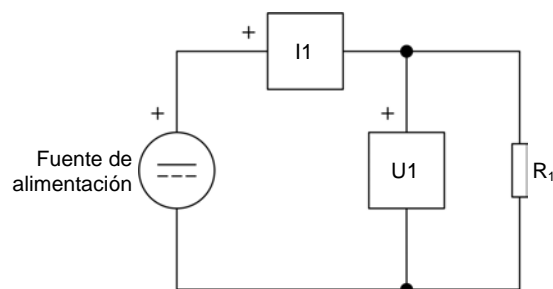


Figura 15. Circuito cc resistivo simple.

Conecte el puerto USB de la **Interfaz de adquisición de datos y de control** a un puerto USB del ordenador.

En el módulo **Carga resistiva**, ajuste la resistencia del resistor R_1 a 1100Ω .

2.2 Medición de parámetros eléctricos con la ventana Aparatos de medición

1. 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 esté disponible la función [Instrumentación computarizada](#) para la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#). Seleccione la tensión y la frecuencia de la red, correspondientes a la tensión y la frecuencia de la red de alimentación ca local, luego haga clic en el botón [Aceptar](#) a fin de cerrar la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#).

De ser necesario, consulte la sección 1.2 de este manual para obtener información adicional sobre cómo iniciar el software [LVDAC-EMS](#).

2. Abra la ventana [Aparatos de medición](#) seleccionando el comando correspondiente en el menú [Instrumentos](#), o haciendo clic en el botón apropiado de la barra de herramientas del software [LVDAC-EMS](#).
3. En la ventana [Aparatos de medición](#), asegúrese de que esté seleccionada la [Ventana extendida de muestreo](#). Para ello, en el menú [Opciones](#) seleccione [Ajustes de adquisición](#). Consulte el tema de ayuda [Menús/Opciones/Ajustes de adquisición](#) a fin de aprender más sobre esta función.

En este momento, la ventana [Aparatos de medición](#) está lista para la medición de parámetros en el circuito eléctrico de la figura 15.

4. En la ventana [Aparatos de medición](#), configure los medidores [U1](#) e [I1](#) como un voltímetro cc y un amperímetro cc, respectivamente. Encienda el medidor [PQS1](#) y configúrelo como un medidor de potencia activa (P). Apague los medidores [U2](#), [U3](#), [U4](#), [I2](#), [I3](#) e [I4](#). Consulte el tema de ayuda [Atajos a los ajustes de los Aparatos de medición](#) a fin de aprender a modificar estos ajustes.
5. En la ventana [Aparatos de medición](#), seleccione el modo Regeneración continua. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Ver](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Consulte el tema de ayuda [Menús/Ver](#) a fin de obtener información adicional sobre los modos de regeneración simple y continua de la ventana [Aparatos de medición](#).

Encienda la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#) y observe lo siguiente:

- El medidor [U1](#) muestra la tensión de la fuente cc.
- El medidor [I1](#) muestra la corriente cc que fluye en el circuito.
- El medidor [PQS1](#) muestra la potencia activa que disipa el resistor R_1 .

Disminuya la resistencia del resistor R_1 cerrando interruptores de resistor en el módulo [Carga resistiva](#). Mientras lo hace, observe que cambian los valores que muestran los medidores [U1](#), [I1](#) y [PQS1](#) para reflejar la disminución en la resistencia del resistor R_1 . Ello se debe a que los valores que muestran los medidores se regeneran a intervalos regulares cuando se ha seleccionado el modo Regeneración continua.

6. En la ventana [Aparatos de medición](#), seleccione el modo Regeneración simple. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas.

En el módulo [Carga resistiva](#), ajuste la resistencia del resistor R_1 al valor que aparece en la figura 15. Mientras lo hace, observe que no cambian los valores que muestran los medidores $U1$, $I1$ y $PQS1$, por lo que no es posible observar el cambio en la resistencia del resistor R_1 . Ello se debe a que los valores que muestran los medidores no se actualizan a intervalos regulares cuando se ha seleccionado el modo Regeneración simple.

En la ventana [Aparatos de medición](#), actualice la visualización. Para ello, seleccione el comando *Regeneración simple* en el menú *Ver*, o haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas. Observe que esto hace que los medidores se actualicen, de modo que los valores que muestran reflejan el cambio en el valor de la resistencia R_1 .

7. Apague la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

Sustituya la fuente de alimentación cc de tensión fija por una fuente de alimentación ca de tensión fija, como se ve en la figura 16.

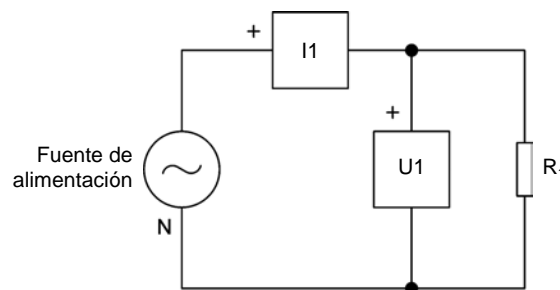


Figura 16. Circuito ca resistivo simple.

En el módulo [Carga resistiva](#), asegúrese de que la resistencia del resistor R_1 sea de 1100Ω .

8. En la ventana [Aparatos de medición](#), configure los medidores $U1$ e $I1$ como un voltímetro ca y un amperímetro ca, respectivamente. Puede consultar el tema de ayuda [Atajos a los ajustes de los Aparatos de medición](#) a fin de aprender a modificar estos ajustes.

En la ventana [Aparatos de medición](#), abra el cuadro de diálogo *Ajustes del medidor*. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas.

Configure los medidores programables M5 y M11 como un frecuencímetro (función $f(U1)$) y un ohmímetro (función de impedancia $RXZ(U1, I1)$), respectivamente. Encienda estos medidores y cierre el cuadro de diálogo *Ajustes del medidor*. Consulte el tema de ayuda [Menús/Ver/Ajustes del medidor](#) a fin de obtener información sobre el cuadro de diálogo *Ajustes del medidor*.

9. En la ventana [Aparatos de medición](#), seleccione el modo Regeneración continua.

Encienda la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#). Modifique las posiciones de los interruptores del módulo [Carga resistiva](#) de modo que el valor de la resistencia disminuya en pasos cortos. La corriente de la fuente ca (que muestra el medidor *I*) debe incrementarse en pasos cortos. Mientras hace esto, note que los medidores se actualizan de forma continua para reflejar la variación de los parámetros que se miden. Además, observe que los medidores M5 y M11 indican la frecuencia de la red de alimentación ca y la resistencia del resistor R_1 , respectivamente.

En el módulo [Carga resistiva](#), ajuste la resistencia del resistor R_1 a 1100 Ω .

2.3 Registro de datos en la Tabla de datos

1. Abra la ventana [Tabla de datos](#). Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Herramientas](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas del software LVDAC-EMS. Consulte el tema de ayuda [Generalidades de la Tabla de datos](#) a fin de obtener información adicional sobre la ventana [Tabla de datos](#).
2. Registre en la ventana [Tabla de datos](#) los valores que indican los medidores en la ventana [Aparatos de medición](#). Para ello, seleccione [Guardar datos](#) en el menú [Edición](#), o haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas.

Debe aparecer el cuadro de diálogo [Parámetros de registro](#). Este cuadro le permite al usuario seleccionar los parámetros cuyos valores se registrarán en la ventana [Tabla de datos](#). Los parámetros que miden los medidores activos de la ventana [Aparatos de medición](#) deben seleccionarse en el cuadro de diálogo [Parámetros de registro](#) (al lado de cada parámetro seleccionado aparece una marca de verificación). En el caso presente, deben estar activos los parámetros *U1*, *I1*, *PQS1(U1, I1)*, *f(U1)* y *RXZ(U1, I1)*. Consulte el tema de ayuda [Menús/Opciones/Parámetros de registro](#) a fin de obtener información sobre el registro de datos y el cuadro de diálogo [Parámetros de registro](#).

Haga clic en el botón [Aceptar](#) del cuadro de diálogo [Parámetros de registro](#). Esto cierra el cuadro de diálogo y registra en la primera fila de la [Tabla de datos](#) los valores que indican los medidores activos en la ventana [Aparatos de medición](#).

3. En el módulo [Carga resistiva](#), Modifique las posiciones de los interruptores de modo que la resistencia del resistor R_1 disminuya hasta 210 Ω en 10 pasos aproximadamente. Para cada valor de resistencia, registre en la ventana [Tabla de datos](#) los valores que indican los medidores en la ventana [Aparatos de medición](#). Observe que cada vez que se ejecuta un comando [Guardar datos](#), se llena con datos una nueva fila en la [Tabla de datos](#).

Apague la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

2.4 Trazado de un gráfico con los datos guardados

1. En la ventana [Tabla de datos](#), abra la ventana [Gráfico](#) seleccionando el comando correspondiente en el menú [Ver](#), o haciendo clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Consulte el tema de ayuda [Generalidades del Gráfico](#) a fin de obtener información general acerca de la ventana [Gráfico](#) de la [Tabla de datos](#).

2. En la ventana **Gráfico**, trace un gráfico de la corriente que circula por el resistor R_1 en función de la resistencia de este resistor. Para ello, seleccione la impedancia $R_{XZ}(U_1, I_1)$ como parámetro del eje X, y la corriente I_1 como el primer parámetro del eje vertical (1-Y). Observe que cuando se seleccionan ambos parámetros, aparece una curva en la ventana **Gráfico** que muestra la variación de la corriente en función de la resistencia. Consulte los temas de ayuda *Generalidades del Gráfico* a fin de obtener información adicional acerca de la ventana **Gráfico** de la **Tabla de datos**.
3. Cierre la ventana **Gráfico**.

Cierre la ventana **Tabla de datos** sin guardar los datos registrados.

2.5 Medición de parámetros mecánicos con la ventana Aparatos de medición

1. Instale el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** en el puesto de trabajo.

Coloque el **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes** sobre una superficie horizontal cerca del puesto de trabajo.

Observe que hay una etiqueta de identificación tanto en el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** como en el **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes**. Para una óptima operación, deben ser iguales los números de identificación del **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes** y del **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**.

2. Asegúrese de que el panel de protección esté instalado en el **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes**. El objetivo de este panel es evitar posibles lesiones resultantes del contacto accidental con el eje del **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes**. Cuando el panel no está instalado, es imposible poner en marcha el **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes**.

Para obtener información acerca de la instalación del panel de protección en el **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes**, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Realice las conexiones necesarias para poner a tierra de forma correcta el **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes** y el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Asegúrese de que el interruptor principal del **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte su *Alimentación* a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

5. Conecte el cable del **Motor del dinamómetro de cuatro cuadrantes** al **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**.
6. Conecte las **Salidas analógicas T y n** del **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** a las **Entradas analógicas 7/T** (par) y **8/n** (velocidad) del módulo DACI, respectivamente. Conecte uno de los terminales analógicos comunes del **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** a uno de los terminales analógicos comunes de la DACI. Estas conexiones son necesarias para medir el par y la velocidad.

Encienda el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes** colocando el interruptor **Alimentación** en la posición **I** (encendido).

En el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, fije el interruptor **Modo de operación** en **Dinamómetro**. Este ajuste permite al módulo funcionar como un dinamómetro o un motor de impulsión, dependiendo de la función seleccionada.

En el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, seleccione la función **Motor de impulsión de sentido horario**. Para ello, pulse el botón **Función** hasta que la función que aparezca en la pantalla del módulo sea **Motor de impulsión/Freno SH**.

7. En la ventana **Ajustes de la adquisición de datos y control de LVDAC-EMS**, fije el elemento **EA-7 Tipo de parámetro** a **Par correg. (N·m)**.

En la ventana **Aparatos de medición**, apague todos los medidores y luego encienda los medidores de par (**AI-7/T**) y de velocidad (**AI-8/n**).

En el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, utilice el botón **Comando** para ajustar el comando de velocidad del motor de impulsión a cerca de 1500 rpm. El valor del comando de velocidad se indica en la pantalla del módulo. Observe que el comando de velocidad que aparece en la pantalla del módulo está parpadeando.

En el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, ponga en marcha el motor de impulsión. Para hacerlo, pulse brevemente el botón **Marcha/Parada**. El motor de impulsión debe comenzar a rotar de forma inmediata. Observe que el valor de velocidad en la pantalla del módulo ha dejado de parpadear. Ello indica que esta es la velocidad real de rotación del motor de impulsión.

En el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, pulse y mantenga el botón **Función** durante 3 segundos a fin de obtener valores sin corrección en la pantalla del módulo. La indicación "NC" aparece al lado del nombre de la función, en la pantalla del módulo, cuando se indican valores de par sin corrección.

De manera predeterminada, la función de corrección del par está activa en el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**. Para desactivar esta función, pulse el botón *Función* durante 3 segundos. Para volver a activar la función de corrección del par, pulse de nuevo el botón *Función* durante 3 segundos. El estado (activo o inactivo) de la función de corrección del par no cambia si se selecciona otra función con el botón *Función*.

En la ventana **Aparatos de medición**, asegúrese de que esté activo el modo Regeneración continua. Observe que el medidor *EA 8/n* indica la velocidad de rotación del motor de impulsión. Asimismo, el medidor *EA-7/T* indica el par que produce el motor de impulsión para superar el par que se opone a la rotación. La causa principal de este par es la fricción.

8. En el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**, detenga el motor de impulsión pulsando brevemente el botón *Marcha/Parada*. Observe que el par y la velocidad que indican los medidores *EA-7/T* y *EA-8/n*, respectivamente, disminuyen hasta cero.

En la ventana **Aparatos de medición**, seleccione el modo Regeneración simple.

9. Cierre la ventana **Aparatos de medición**.
10. Cierre **LVDAC-EMS**.
11. Apague la **Fuente de alimentación ca de 24 V**.
12. Apague el **Controlador de dinamómetro y fuente de alimentación de cuatro cuadrantes**.
13. Desactive la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo. Retire todas las conexiones del circuito, dejando para el final las conexiones a tierra de los equipos. Devuelva todos los equipos a su sitio de almacenamiento.

3 Familiarización con el Osciloscopio



En este ejercicio práctico se trabaja con altas tensiones. No haga ni modifique ninguna conexión con las fichas tipo banana cuando la alimentación esté encendida, a menos que se especifique lo contrario.

3.1 Montaje de los equipos

1. Instale en el puesto de trabajo la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**, la **Fuente de alimentación ca de 24 V**, el módulo **Carga resistiva**, el módulo **Carga inductiva** y la **Interfaz de adquisición de datos y de control**.
2. Realice las conexiones necesarias para poner a tierra el equipo de forma correcta.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Asegúrese de que esté apagada la **Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V**. A continuación, conecte los terminales L1, L2, L3 y N de dicha fuente a una toma ca trifásica debidamente protegida.

Asegúrese de que el interruptor principal de la **Fuente de alimentación ca de 24 V** esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte la **Alimentación** de la **Fuente de alimentación ca de 24 V** a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Conecte la **Alimentación** del módulo **Interfaz de adquisición de datos y de control (DACI)** a la **Salida de energía** de la **Fuente de alimentación ca de 24 V**.
5. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.

En la **Fuente de alimentación ca de 24 V**, coloque el interruptor principal de alimentación en la posición *I* (encendido). Observe que el LED **Alimentación** del módulo **DACI** se ilumina para indicar que está ingresando energía al módulo.

6. Conecte el equipo como se muestra en la figura 17.

Los terminales rojos de las entradas **U1** e **I1** del módulo **DACI** corresponden a los terminales identificados con un signo (+) en la figura 17.

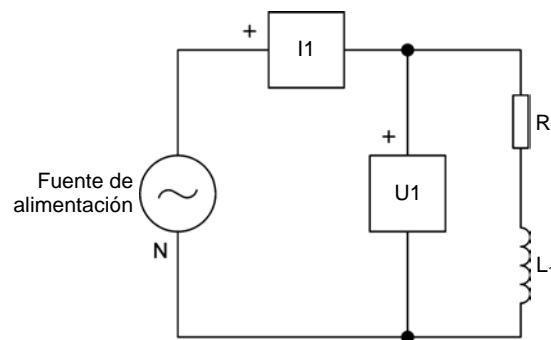


Figura 17. Circuito inductivo y resistivo simple.

Conecte el puerto USB de la **Interfaz de adquisición de datos y de control** a un puerto USB del ordenador.

En el módulo **Carga resistiva**, ajuste la resistencia del resistor R_1 a 1100 Ω .

En el módulo **Carga Inductiva**, ajuste la inductancia del inductor L_1 a 3,5 H.

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

3.2 Ajustes del disparo, horizontal y vertical

1. 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 esté disponible la función [Instrumentación computarizada](#) para la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#). Seleccione la tensión y la frecuencia de la red, correspondientes a la tensión y la frecuencia de la red de alimentación ca local, luego haga clic en el botón [Aceptar](#) a fin de cerrar la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#).

De ser necesario, consulte la sección 1.2 de este manual para obtener información adicional sobre cómo iniciar el software [LVDAC-EMS](#).

2. Inicie el [Osciloscopio](#). Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Instrumentos](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas del software [LVDAC-EMS](#).
3. Configure el [Osciloscopio](#) de acuerdo con los valores de la tabla 1.

Parámetros		Ajustes
Canal 1	Entrada (parámetro observado)	<i>U1</i>
	Escala	200 V/div
	Invertir	Apagado
	Acoplamiento	CC
Canal 2	Entrada (parámetro observado)	<i>I1</i>
	Escala	0,2 A/div
	Invertir	Apagado
	Acoplamiento	CC
Base de tiempo		2 ms/div
Disparo	Fuente	Can 1
	Nivel	0
	Pendiente	Ascendente

Tabla 1. Ajustes del [Osciloscopio](#).

Consulte el tema de ayuda [Ajustes del osciloscopio](#) a fin de aprender a realizar dichos ajustes.

4. En el [Osciloscopio](#), seleccione el modo Regeneración continua. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Ver](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Consulte el tema de ayuda [Menús/Ver](#) a fin de obtener información adicional sobre los modos de regeneración simple y continua de la pantalla del [Osciloscopio](#).

Deben aparecer en la pantalla del [Osciloscopio](#) las formas de onda de la tensión de la fuente ca (*U1*) y de la corriente del circuito (*I1*). Observe que cada forma de onda se muestra con un color diferente.

Asimismo, observe que al inicio del trazado la pendiente de la tensión de la fuente ca es positiva cuando atraviesa el cero. Esto corresponde a los ajustes de disparo del [Osciloscopio](#). Observe que puede desplazar la posición horizontal del punto de disparo. Consulte el tema de ayuda [Ajustes del Osciloscopio/Disparo](#) a fin de aprender a desplazar la posición horizontal del punto de disparo.

Para obtener información adicional acerca de la operación del disparo, consulte el tema de ayuda [Información técnica sobre la operación del disparo](#).

5. En el [Osciloscopio](#), modifique la posición vertical de las trazas de modo que la forma de onda de la tensión de la fuente ca (traza del canal 1) y la de la corriente del circuito (traza del canal 2) se ubiquen en el medio de las regiones superior e inferior de la pantalla del [Osciloscopio](#), respectivamente. Consulte el tema de ayuda [Ajustes del osciloscopio/Canales 1 a 8](#) a fin de aprender a modificar la posición vertical de las trazas en la pantalla del [Osciloscopio](#).
6. Configure un tercer canal (canal 3) del [Osciloscopio](#) de acuerdo con los ajustes de la tabla 2.

Parámetros		Ajustes
Canal 3	Entrada (parámetro observado)	<i>U1, I1</i>
	Escala	20 W/div
	Invertir	Apagado
	Acoplamiento	CC

Tabla 2. Ajustes adicionales del [Osciloscopio](#).

Observe que aparece una tercera forma de onda sinusoidal en la pantalla del [Osciloscopio](#). Esta onda muestra la potencia que suministra la fuente de alimentación ca. Se obtiene a partir de la tensión y la corriente que se midieron en las entradas *U1* e *I1* del módulo [DACI](#).

3.3 Modos de Regeneración simple y Continua.

1. En el módulo [Carga resistiva](#), cierre interruptores a fin de aumentar por pasos la resistencia del resistor R_1 . Mientras lo hace, observe que las formas de onda en la pantalla del [Osciloscopio](#) cambian cuando disminuye la resistencia del resistor R_1 . Ello se debe a que la pantalla del [Osciloscopio](#) se actualiza a intervalos regulares cuando se ha seleccionado el modo Regeneración continua.
2. En el [Osciloscopio](#), seleccione el modo Regeneración simple. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Observe que las formas de onda de la última adquisición permanecen visibles en la pantalla del [Osciloscopio](#).

En el módulo [Carga resistiva](#), abra interruptores a fin de fijar la resistencia del resistor R_1 en 4400Ω . Mientras lo hace, observe que las formas de onda en la pantalla del [Osciloscopio](#) no cambian. La pantalla del [Osciloscopio](#) no se actualiza a intervalos regulares cuando se ha seleccionado el modo Regeneración simple.

En el [Osciloscopio](#), actualice manualmente la pantalla. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Ver](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Note que esto hace actualizar las formas de onda. Observe que es relativamente baja la altura de las formas de onda de la corriente y de la potencia en la pantalla del [Osciloscopio](#) debido a que ahora la resistencia del resistor R_1 es de 4400Ω .

En el [Osciloscopio](#), seleccione el modo Regeneración continua.

3.4 Función Escala automática

1. En el [Osciloscopio](#), seleccione la función [Escala automática](#) a partir del menú [Opciones](#). Observe que las escalas de los canales 1 a 3 se reajustan de forma automática según la amplitud de los parámetros bajo observación. Consulte el tema de ayuda [Menús/Opciones](#) a fin de obtener información adicional sobre la función [Escala automática](#).
2. En el módulo [Carga resistiva](#), modifique las posiciones de los interruptores de modo que la resistencia del resistor R_1 sea 1100Ω .

En el [Osciloscopio](#), utilice la función [Escala automática](#) a fin de reajustar de forma automática las escalas de los canales 1 a 3.

3.5 Sección de datos de las formas de onda

1. Observe que la sección [Datos del canal](#), debajo de la pantalla del [Osciloscopio](#), indica el valor RMS, el valor promedio y la frecuencia de los parámetros bajo observación.
2. Consulte el tema de ayuda [Ajustes del Osciloscopio/Tabla de datos del canal](#) a fin de obtener información adicional sobre los datos que se muestran en esta sección.
3. En el [Osciloscopio](#), visualice los cursores verticales haciendo clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas. Note que aparecen dos líneas verticales en la pantalla del [Osciloscopio](#). Estas líneas son los cursores verticales. Cada cursor vertical puede desplazarse horizontalmente a fin de alinearlo con un punto específico de las formas de onda bajo observación. Asimismo, observe que el contenido de la información de la sección [Datos del canal](#) del [Osciloscopio](#) cambia para indicar valores relativos a los cursores. Consulte el tema de ayuda [Menús/Herramientas](#) a fin de aprender a visualizar y a desplazar los cursores.
4. En el [Osciloscopio](#), desplace lentamente el cursor 1 hasta ubicarlo a dos divisiones desde el lado izquierdo de la pantalla. Mientras hace esto, observe que la columna [Cur. 1](#) de la sección [Datos del canal](#) indica la posición del cursor 1 en el tiempo, así como el valor instantáneo de cada parámetro en la intersección del cursor 1 con la forma de onda correspondiente.

Desplace el cursor 2 hasta ubicarlo a seis divisiones desde el lado izquierdo de la pantalla del [Osciloscopio](#). Observe que en la columna [Cur. 2](#) de la sección [Datos del canal](#) se indica la posición del cursor 2 en el tiempo, así como el valor instantáneo de cada parámetro en la intersección con el cursor 2.

5. Observe que la columna *Difer.* de la sección *Datos del canal* indica la diferencia entre los valores instantáneos de cada parámetro que se mide con los dos cursores, así como el intervalo de tiempo entre estos cursores. Consulte el tema de ayuda *Ajustes del Osciloscopio/Tabla de datos del canal* a fin de obtener toda la información relativa a los cursores y a la sección *Datos del canal*.

Observe que todo dato de la sección *Datos del canal* puede registrarse en la *Tabla de datos*. Consulte los temas de ayuda *Menús/Edición* y *Menús/Opciones* relativos a la *Tabla de datos* a fin de aprender a registrar datos. La ventana *Tabla de datos* permite trazar gráficos de forma fácil y rápida empleando los datos registrados.

En el *Osciloscopio*, retire los cursores.

3.6 Almacenamiento de formas de onda en la memoria

1. En el *Osciloscopio*, seleccione el modo Regeneración simple. Las formas de onda de la última adquisición permanecen visibles en la pantalla del *Osciloscopio*.
2. En el *Osciloscopio*, guarde en la memoria 1 las formas de onda visibles. Para ello, haga clic en el botón *M1* de la barra de herramientas. Consulte el tema de ayuda *Menús/Herramientas* a fin de aprender a almacenar las formas de onda en la memoria.

3.7 Visualización de formas de onda a partir de la memoria

1. En el *Osciloscopio*, seleccione el modo Regeneración continua.

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

Ponga en cortocircuito el resistor R_1 empleando un cable conexión de tipo banana.

Encienda la *Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V*. Observe que aparecen nuevas formas de onda en la pantalla del *Osciloscopio*. Utilice la función *Escala automática* a fin de reajustar de forma automática las escalas de los canales 1 a 3.

En el *Osciloscopio*, seleccione el modo Regeneración simple para “congelar” las formas de onda visibles.

2. Visualice las formas de onda que se guardaron en la memoria 1 un poco antes en este ejercicio. Para ello, haga clic en el botón correspondiente de la barra de herramientas. Esto le permite comparar de forma fácil las formas de onda que se obtuvieron antes y después de poner el resistor R_1 en cortocircuito. Consulte el tema de ayuda *Menús/Herramientas* a fin de aprender a visualizar las formas de onda a partir de la memoria.
3. Cierre el *Osciloscopio*.
4. Cierre *LVDAC-EMS*.
5. Apague la *Fuente de alimentación ca de 24 V*.
6. Apague la *Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V*.

7. Desactive la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo. Retire todas las conexiones del circuito, dejando para el final las conexiones a tierra de los equipos. Devuelva todos los equipos a su sitio de almacenamiento.

4 Familiarización con el Analizador de fasores



En este ejercicio práctico se trabaja con altas tensiones. No haga ni modifique ninguna conexión con las fichas tipo banana cuando la alimentación esté encendida, a menos que se especifique lo contrario.

4.1 Montaje de los equipos

1. Instale en el puesto de trabajo la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#), la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), el módulo [Carga resistiva](#), el módulo [Carga inductiva](#) y la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#).
2. Realice las conexiones necesarias para poner a tierra el equipo de forma correcta.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Asegúrese de que esté apagada la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#). A continuación, conecte los terminales L1, L2, L3 y N de dicha fuente a una toma ca trifásica debidamente protegida.

Asegúrese de que el interruptor principal de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte la [Alimentación](#) de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Conecte la [Alimentación](#) de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) a la [Salida de energía](#) de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#).
5. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.

En la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), coloque el interruptor principal de alimentación en la posición *I* (encendido). Observe que el LED [Alimentación](#) del módulo [DACI](#) se ilumina para indicar que está ingresando energía al módulo.

6. Conecte el equipo como se muestra en la figura 18.

Los terminales rojos de las entradas $U1$, $U2$, $U3$ e $I1$ del módulo DACI corresponden a los terminales identificados con un signo (+) en la figura 18.

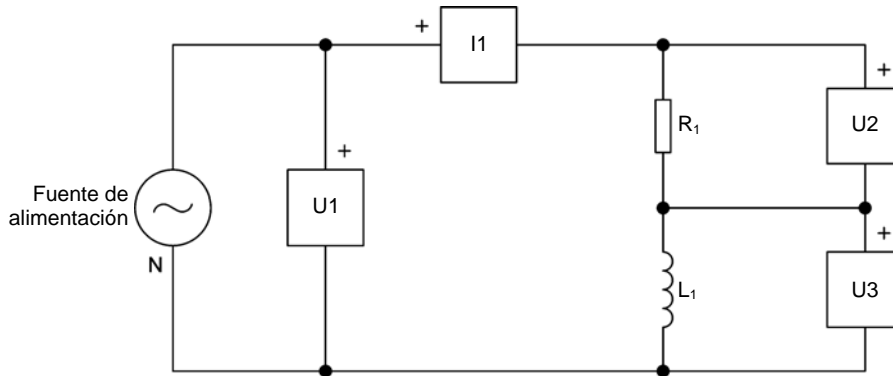


Figura 18. Circuito inductivo y resistivo simple.

Conecte el puerto USB de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) a un puerto USB del ordenador.

En el módulo [Carga resistiva](#), ajuste la resistencia del resistor R_1 a 1100Ω .

En el módulo [Carga Inductiva](#), ajuste la inductancia del inductor L_1 a $3,5 \text{ H}$.

Encienda la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

4.2 Selección de fasores y ajustes de la escala

1. 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 esté disponible la función [Instrumentación computarizada](#) para la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#). Seleccione la tensión y la frecuencia de la red, correspondientes a la tensión y la frecuencia de la red de alimentación ca local, luego haga clic en el botón [Aceptar](#) a fin de cerrar la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#).

De ser necesario, consulte la sección 1.2 de este manual para obtener información adicional sobre cómo iniciar el software [LVDAC-EMS](#).

2. Inicie el [Analizador de fasores](#). Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Instrumentos](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas del software [LVDAC-EMS](#).

- Configure el **Analizador de fasores** de acuerdo con los ajustes de la tabla 3.

Parámetros	Ajustes
Escala de la tensión	100 V/div
Escala de la corriente	0,1 A/div

Tabla 3. Ajustes del **Analizador de fasores**.

Estos ajustes determinan los intervalos de tensión y corriente entre cada división circular de la pantalla del **Analizador de fasores**. Consulte el tema de ayuda *Ajustes del Analizador de fasores* a fin de aprender a realizar dichos ajustes.

- En el **Analizador de fasores**, asegúrese de que solo esté seleccionada la tensión *U1* (tensión de la fuente). Consulte el tema de ayuda *Ajustes del Analizador de fasores* a fin de aprender a seleccionar las corrientes y tensiones cuyos fasores deben visualizarse.
- En el **Analizador de fasores**, seleccione el modo Regeneración continua. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Consulte el tema de ayuda *Menús/Ver* a fin de obtener información adicional sobre los modos de regeneración simple y continua en la pantalla del **Analizador de fasores**.

Observe que aparece una línea en la pantalla del **Analizador de fasores**. Esta línea es un fasor que representa a la tensión *U1* (tensión de la fuente). La longitud del fasor *U1* corresponde al valor RMS de la componente ca de la tensión de la fuente.

4.3 Selección del fasor de referencia

- En el **Analizador de fasores**, seleccione la tensión *U1* (tensión de la fuente) como fasor de referencia. Consulte el tema de ayuda *Ajustes del Analizador de fasores* a fin de saber cómo realizar esta selección.

Observe que el fasor *U1* aparece a un ángulo de 0° en la pantalla del **Analizador de fasores**. Ello se debe a que se ha seleccionado como fasor de referencia el correspondiente a la tensión *U1*. El fasor de referencia siempre aparece a un ángulo de 0° en la pantalla del **Analizador de fasores**. Los demás fasores se ubican en la pantalla del **Analizador de fasores** con respecto al fasor de referencia.

- En el **Analizador de fasores**, seleccione la corriente *I1* (corriente del circuito). Observe que en la pantalla del **Analizador de fasores** aparece otro fasor, a un ángulo de -42° . Este fasor representa la corriente (*I1*) que circula por el circuito inductivo y resistivo. La longitud del fasor *I1* corresponde al valor RMS de la componente ca de la corriente del circuito. Debido a que los fasores rotan en sentido antihorario en la pantalla del **Analizador de fasores**, los factores que aparecen demuestran de forma clara que en un circuito inductivo y resistivo la corriente se retrasa con respecto a la tensión.
- En el **Analizador de fasores**, seleccione la corriente *I1* (corriente del circuito) como fasor de referencia. Observe que en la pantalla del **Analizador de fasores** ha cambiado la posición de los fasores *U1* e *I1*. El fasor *I1* aparece a un ángulo de 0° porque se le ha seleccionado como fasor de referencia. De ahí que el fasor *U1* aparece a un ángulo cercano a 42° .

4.4 Observación de los fasores

1. En el módulo [Carga resistiva](#), cierre interruptores a fin de disminuir por pasos la resistencia del resistor R_1 . Mientras hace esto, observe que tanto la longitud del fasor I_1 (valor de la corriente del circuito) como el intervalo angular entre los fasores I_1 y U_1 (ángulo de fase entre la corriente del circuito y la tensión de la fuente) aumentan para mostrar el cambio en la impedancia del circuito.
2. En el [Analizador de fasores](#), seleccione las tensiones U_2 (tensión en el resistor R_1) y U_3 (tensión en el inductor L_1).

Observe que el fasor correspondiente a la tensión U_2 aparece a un ángulo de 0° porque la tensión en el resistor está en fase con la corriente del circuito (fasor I_1).

Observe que el fasor correspondiente a la tensión U_3 aparece a un ángulo cercano a 90° porque la tensión en un inductor se adelanta 90° con respecto a la corriente del circuito (fasor I_1).

4.5 Sección de datos de los fasores

1. Observe que la [Tabla de datos de los fasores](#), debajo de la pantalla del [Analizador de fasores](#), indica el valor RMS de la componente ca de la tensión o de la corriente, el ángulo de fase y la frecuencia asociada a cada uno de los fasores que se muestran.

Consulte el tema de ayuda [Tabla de datos de los fasores](#) a fin de obtener información adicional sobre los datos que se muestran en esta sección.

2. En el módulo [Carga resistiva](#), ajuste la resistencia del resistor R_1 al valor que aparece en la figura 18. Mientras hace esto, observe que en la [Tabla de datos de los fasores](#) los valores cambian en consecuencia para reflejar el cambio en la impedancia del circuito.
3. En el [Analizador de fasores](#), seleccione el modo Regeneración simple eligiendo el comando correspondiente en el menú [Ver](#), o haciendo clic en el botón apropiado de la barra de herramientas.
4. Cierre el [Analizador de fasores](#).
5. Cierre [LVDAC-EMS](#).
6. Apague la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#).
7. Apague la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).
8. Desactive la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo. Retire todas las conexiones del circuito, dejando para el final las conexiones a tierra de los equipos. Devuelva todos los equipos a su sitio de almacenamiento.

5 Familiarización con el Analizador de armónicos

ATENCIÓN



En este ejercicio práctico se trabaja con altas tensiones. No haga ni modifique ninguna conexión con las fichas tipo banana cuando la alimentación esté encendida, a menos que se especifique lo contrario.

5.1 Montaje de los equipos

1. Instale en el puesto de trabajo la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#), la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), el módulo [Carga resistiva](#) y la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#).
2. Realice las conexiones necesarias para poner a tierra el equipo de forma correcta.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Asegúrese de que esté apagada la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#). A continuación, conecte los terminales L1, L2, L3 y N de dicha fuente a una toma ca trifásica debidamente protegida.

Asegúrese de que el interruptor principal de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte la [Alimentación](#) de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Conecte la [Alimentación](#) de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) a la [Salida de energía](#) de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#).
5. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.

En la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), coloque el interruptor principal de alimentación en la posición *I* (encendido). Observe que el LED [Alimentación](#) de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) se ilumina para indicar que está ingresando energía al módulo.

6. Conecte el equipo como se muestra en la figura 19.

El terminal rojo de la entrada *U1* de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) corresponde al terminal identificado con un signo (+) en la figura 19.

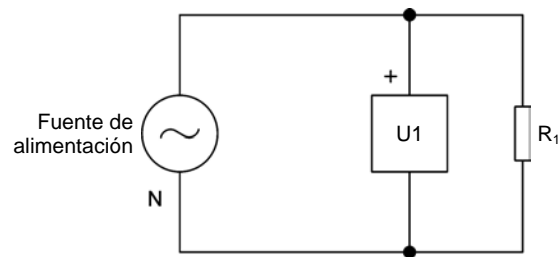


Figura 19. Circuito para medir el contenido de armónicos en la salida ca de la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.

Conecte el puerto USB de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) a un puerto USB del ordenador.

En el módulo [Carga resistiva](#), ajuste la resistencia del resistor R_1 a 1100 Ω .

Encienda la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

5.2 Ajustes del Analizador de armónicos

1. 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 esté disponible la función [Instrumentación computarizada](#) para la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#). Seleccione la tensión y la frecuencia de la red, correspondientes a la tensión y la frecuencia de la red de alimentación ca local, luego haga clic en el botón [Aceptar](#) a fin de cerrar la ventana [Arranque de LVDAC-EMS](#).

De ser necesario, consulte la sección 1.2 de este manual para obtener información adicional sobre cómo iniciar el software [LVDAC-EMS](#).

2. Inicie el [Analizador de armónicos](#). Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú [Instrumentos](#), o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas del software [LVDAC-EMS](#).
3. Configure el [Analizador de armónicos](#) de acuerdo con los ajustes de la tabla 4.

Parámetros	Ajustes
Entrada	U1
Tipo de escala	% de 1f
Ajuste de la escala	10%/div
Tipo de Frecuencia fundamental	Red
Número de armónicos	40 armónicos

Tabla 4. Ajustes del [Analizador de armónicos](#).

Consulte el tema de ayuda [Ajustes del Analizador de armónicos](#) a fin de aprender a realizar dichos ajustes.

Observe que el eje horizontal (eje de la frecuencia) en la pantalla del [Analizador de armónicos](#) está configurado para mostrar los primeros 40 armónicos del parámetro de entrada seleccionado (tensión *U1*, esto es, la tensión de la fuente ca).

Observe que las divisiones de la escala vertical en la pantalla del [Analizador de armónicos](#) se expresan en porcentaje del componente fundamental de la frecuencia (% de 1f) con un avance de 10% por división.

5.3 Observación del contenido de armónicos

1. En el [Analizador de armónicos](#), seleccione el modo Regeneración continua. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. Consulte el tema de ayuda *Menús/Ver* a fin de obtener información adicional sobre los modos de regeneración simple y continua en la pantalla del [Analizador de armónicos](#).

Observe que aparece una barra vertical en la pantalla del [Analizador de armónicos](#). Esta barra corresponde al componente fundamental de frecuencia de la tensión de la fuente ca, es decir, el componente de la frecuencia de la red de alimentación ca.

2. En el [Analizador de armónicos](#), aumente la sensibilidad paso a paso (disminuyendo el ajuste *Escala*). Mientras lo hace, observe que poco a poco aparecen otros componentes armónicos en la pantalla del [Analizador de armónicos](#). Estos componentes deben ser de niveles bastante bajos debido a que la forma de onda de la tensión de la red de alimentación ca es cercana a la de una onda completamente sinusoidal.
3. Observe que la sección *Niveles y distorsión* del [Analizador de armónicos](#) muestra el valor del componente cc y de los cuarenta primeros armónicos del parámetro de entrada seleccionado (tensión *U1*, esto es, la tensión de la fuente ca).

También note que cada valor se expresa como un porcentaje del componente fundamental de frecuencia, al igual que en la pantalla del [Analizador de armónicos](#). Puede consultar el tema de ayuda *Ajustes del analizador de armónicos* a fin de obtener información adicional sobre la sección *Niveles y distorsión*.

4. Observe que las *Distorsiones DAT* y *DAT1* indican la distorsión armónica total (DAT) del parámetro de entrada seleccionado (tensión *U1*). Estos dos valores deben ser bajos y casi idénticos porque la DAT en la tensión de la red de alimentación ca suele ser baja. Consulte los temas de ayuda *Menús/Ver* e *Información técnica sobre el Analizador de armónicos* a fin de obtener información adicional acerca de los valores que indican las *Distorsiones DAT* y *DAT1*.
5. En el [Analizador de armónicos](#), ajuste el número de armónicos a 20.

Observe que ahora en la pantalla del [Analizador de armónicos](#) solo se muestran los primeros 20 armónicos del parámetro de entrada seleccionado (tensión *U1*).

5.4 Cursores

1. En el [Analizador de armónicos](#), visualice los cursores verticales usando el menú *Mostrar* de los *Ajustes del Analizador de armónicos*. Observe que aparecen dos líneas verticales en la pantalla del [Analizador de armónicos](#). Estas líneas son los cursores verticales. Cada cursor vertical puede desplazarse horizontalmente a fin de alinearlos con un componente armónico específico. Consulte el tema de ayuda *Cursores* a fin de aprender a visualizar y a desplazar los cursores.
2. En el [Analizador de armónicos](#), alinee el cursor 1 con el primer armónico (componente fundamental de frecuencia), y el cursor 2 con el tercer armónico.

Observe que la columna *Cur. 1* en la sección *Cursores*, debajo de la pantalla del [Analizador de armónicos](#), muestra el número, la frecuencia y el nivel del armónico con el que está alineado el cursor 1. La columna *Cur. 2* muestra la misma información, pero relativa al armónico con el que está alineado el cursor 2.

Puede consultar el tema de ayuda *Cursores* a fin de obtener información adicional sobre la sección *Cursores*.

Tenga en cuenta que en la [Tabla de datos](#) puede registrarse cualquier valor de los que aparecen en la sección *Cursores*, del grupo *Niveles y distorsión* del [Analizador de armónicos](#). Consulte los temas de ayuda *Menús/Edición* y *Menús/Opciones* relativos a la [Tabla de datos](#) a fin de aprender a registrar datos. La ventana [Tabla de datos](#) permite trazar gráficos de forma fácil y rápida empleando los datos registrados.

3. En el [Analizador de armónicos](#), ajuste el *Tipo de escala* a *V* (tensión).

Observe que las graduaciones de la escala vertical del [Analizador de armónicos](#) son voltios (valores RMS). Observe que también se expresan en voltios (valores RMS) los valores de la sección *Niveles y distorsión* y los campos de datos *Nivel* de la sección *Cursores*.

4. En el [Analizador de armónicos](#), retire los cursores verticales. Observe que también hay cursores horizontales disponibles, similares a los verticales. Consulte el tema de ayuda *Cursores* a fin de aprender a visualizar y a desplazar los cursores horizontales.
5. En el [Analizador de armónicos](#), seleccione el modo Regeneración simple. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas.
6. Cierre el [Analizador de armónicos](#).
7. Cierre LVDAC-EMS.
8. Apague la Fuente de alimentación ca de 24 V.
9. Apague la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.

10. Desactive la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo. Retire todas las conexiones del circuito, dejando para el final las conexiones a tierra de los equipos. Devuelva todos los equipos a su sitio de almacenamiento.

6 Medición de potencia trifásica con la ventana Aparatos de medición

ATENCIÓN



En este ejercicio práctico se trabaja con altas tensiones. No haga ni modifique ninguna conexión con las fichas tipo banana cuando la alimentación esté encendida, a menos que se especifique lo contrario.

6.1 Montaje de los equipos

1. Instale en el puesto de trabajo la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#), la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), el módulo [Carga resistiva](#) y la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#).
2. Realice las conexiones necesarias para poner a tierra el equipo de forma correcta.

Para obtener información acerca de la forma correcta de poner a tierra el equipo, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

3. Asegúrese de que esté apagada la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#). A continuación, conecte los terminales L1, L2, L3 y N de dicha fuente a una toma ca trifásica debidamente protegida.

Asegúrese de que el interruptor principal de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) esté en la posición *O* (apagado). A continuación, conecte la [Alimentación](#) de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#) a una toma ca mural debidamente protegida.

Para obtener información adicional acerca de cómo asegurarse de que las tomas ca a las que se conecta el equipo están debidamente protegidas, consulte la guía de Instrucciones de seguridad y puesta en funcionamiento de los Equipos didácticos en tecnología de la energía eléctrica.

4. Conecte la [Alimentación](#) de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) a la [Salida de energía](#) de la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#).
5. Encienda (es decir, desbloquee) la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo.

En la [Fuente de alimentación ca de 24 V](#), coloque el interruptor principal de alimentación en la posición *I* (encendido). Observe que el LED [Alimentación](#) de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) se ilumina para indicar que está ingresando energía al módulo.

6. Conecte el equipo como se muestra en la figura 20.

Los terminales rojos de las entradas [U1](#) e [I1](#) de la [Interfaz de adquisición de datos y de control](#) corresponden a los terminales identificados con un signo (+) en la figura 20.

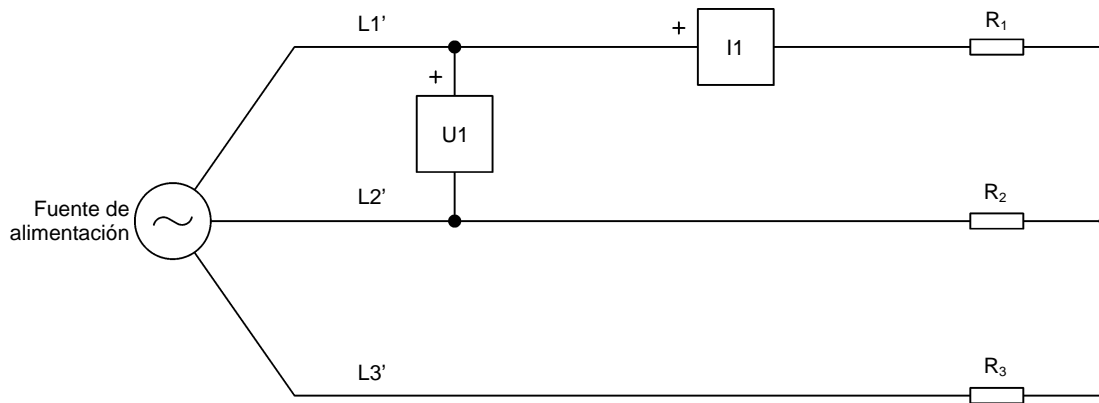


Figura 20. Conexiones en la *Interfaz de adquisición de datos y de control* para la medición de potencia en circuitos trifásicos equilibrados.

Conecte el puerto USB de la *Interfaz de adquisición de datos y de control* a un puerto USB del ordenador.

En el módulo *Carga resistiva*, ajuste la resistencia de los resistores R_1 , R_2 y R_3 a 1100Ω .

6.2 Medición de potencia en circuitos trifásicos equilibrados, mediante la ventana Aparatos de medición

1. 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 esté disponible la función *Instrumentación computarizada* para la *Interfaz de adquisición de datos y de control*. Seleccione la tensión y la frecuencia de la red, correspondientes a la tensión y la frecuencia de la red de alimentación ca local, luego haga clic en el botón *Aceptar* a fin de cerrar la ventana *Arranque de LVDAC-EMS*.

De ser necesario, consulte la sección 1.2 de este manual para obtener información adicional sobre cómo iniciar el software *LVDAC-EMS*.

2. Abra la ventana *Aparatos de medición* seleccionando el comando correspondiente en el menú *Instrumentos*, o haciendo clic en el botón apropiado de la barra de herramientas del software *LVDAC-EMS*.
3. En la ventana *Aparatos de medición*, asegúrese de que esté seleccionada la *Ventana extendida de muestreo*. Para ello, en el menú *Opciones* seleccione *Ajustes de adquisición*. Consulte el tema de ayuda *Menús/Opciones/Ajustes de adquisición* a fin de aprender más sobre esta función.

En este momento, la ventana *Aparatos de medición* está lista para la medición de parámetros en el circuito trifásico de la figura 20.

4. En la ventana [Aparatos de medición](#), configure los medidores *U1* e *I1* como un voltímetro ca y un amperímetro ca, respectivamente. Apague los medidores *U2*, *U3*, *U4*, *I2*, *I3* e *I4*. Consulte el tema de ayuda [Atajos a los ajustes de los Aparatos de medición](#) a fin de aprender a modificar de forma rápida estos ajustes.
5. En la ventana [Aparatos de medición](#), seleccione el modo Regeneración continua eligiendo el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haciendo clic en el botón apropiado de la barra de herramientas. De ser necesario, consulte el tema de ayuda [Menús/Ver](#) a fin de obtener información adicional sobre los modos de regeneración simple y continua de la ventana [Aparatos de medición](#).
6. Encienda la [Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V](#).

Registre, en los espacios vacíos que se dan a continuación, la tensión de línea a línea (la indica el voltímetro *U1*) y la corriente de línea (la indica el amperímetro *I1*).

Tensión de línea a línea (U_{L-L}): _____ V

Corriente de línea (I_l): _____ A

7. A partir de los valores que se midieron, aplique la ecuación siguiente para calcular la potencia activa que se disipa en el circuito.

$$P = U_{L-L} \times I_L \times \cos \varphi \times 1,73$$

$$P = \text{_____ W}$$

$\cos \varphi$ es igual a 1 porque la carga del circuito solo es resistiva.

8. En la ventana [Aparatos de medición](#), abra el cuadro de diálogo [Ajustes del medidor](#) eligiendo el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haciendo clic en el botón apropiado de la barra de herramientas.

Configure el medidor programable M5 como un medidor de potencia activa trifásica. Para ello, seleccione la función de potencia *PQS1 (U1, I1) 3~* y el modo Potencia activa (P). Encienda el medidor programable M5 y cierre el cuadro de diálogo [Ajustes del medidor](#). Consulte el tema de ayuda [Menús/Ver/Ajustes del medidor](#) a fin de obtener información sobre el cuadro de diálogo [Ajustes del medidor](#).

Observe que el medidor programable M5 indica una potencia activa cuyo valor es cercano al de la potencia activa trifásica que se calculó en la etapa anterior. Este método de medición de potencia activa trifásica, empleando una sola tensión de línea y una sola corriente, solo es válido cuando el circuito trifásico es equilibrado.

La potencia trifásica en circuitos equilibrados también puede medirse mediante la función de potencia $PQS2 (U2, I2)$ 3~ y las entradas $U2$ e $I2$ del módulo DACI, la función de potencia $PQS3 (U3, I3)$ 3~ y las entradas $U3$ e $I3$ del módulo DACI, o la función de potencia $PQS4 (U4, I4)$ 3~ y las entradas $U4$ e $I4$ del módulo DACI.

- Configure el medidor programable M5 como uno de potencia reactiva (Q).

Observe que el valor de potencia reactiva trifásica que muestra el medidor programable M5 es cercano a cero. Esto es normal debido a que el módulo **Carga resistiva** consume una cantidad despreciable de potencia reactiva de la fuente de alimentación trifásica.

- Configure el medidor programable M5 como uno de potencia aparente (S).

Observe que la potencia aparente trifásica que muestra el medidor programable M5 es igual a la potencia activa trifásica que se midió previamente. Esto es normal debido a que el módulo **Carga resistiva** consume una cantidad despreciable de potencia reactiva de la fuente de alimentación trifásica.

6.3 Medición de potencia en circuitos trifásicos mediante la ventana Aparatos de medición (método de los dos vatímetros)

- Apague la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.

Modifique las conexiones para cablear la Interfaz de adquisición de datos y de control como en la figura 21.

Los terminales rojos de las entradas $U1$, $U2$, $I1$ e $I2$ de la Interfaz de adquisición de datos y de control corresponden a los terminales identificados con un signo (+) en la figura 21.

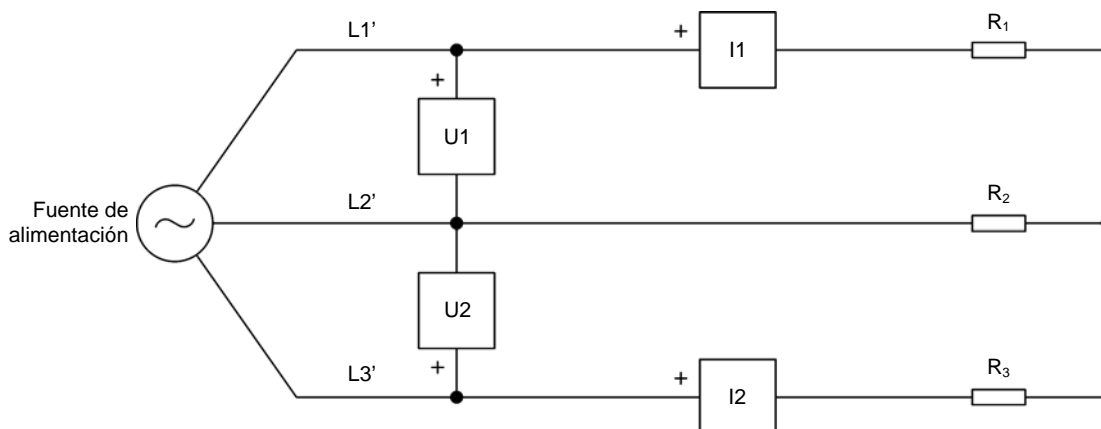


Figura 21. Conexiones en la Interfaz de adquisición de datos y de control para medir potencia en circuitos trifásicos (método de los dos vatímetros).

Encienda la Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V.

En el módulo **Carga resistiva**, asegúrese de que la resistencia de los resistores R_1 , R_2 y R_3 sea de 1100 Ω .

2. Abra el cuadro de diálogo *Ajustes del medidor*.

Configure el medidor programable M11 como un medidor de potencia activa trifásica (método de los dos vatímetros) seleccionando la función de potencia *PQS1 + PQS2* y el modo Potencia activa (P), después encienda este medidor.

Configure el medidor programable M5 como un medidor de potencia activa (P) y luego cierre el cuadro de diálogo *Ajustes del medidor*.

Observe que el medidor programable M11 indica una potencia activa cuyo valor es prácticamente igual a la lectura de potencia activa del medidor M5, y muy cercano a la potencia activa trifásica que se calculó arriba.

3. En el módulo *Carga resistiva*, ajuste la resistencia del resistor R_1 a 2200Ω con el fin de desequilibrar la carga trifásica. Mientras lo hace, observe que cambian las lecturas de potencia activa de los medidores programables M5 y M11 debido a que ahora el circuito trifásico está desequilibrado.

Advierta que son diferentes las lecturas de potencia activa de los medidores programables M5 y M11. El medidor programable M11 indica el valor correcto debido a que el método de los dos vatímetros para medir potencia es válido sin importar si el circuito trifásico es equilibrado o no.

4. En la ventana *Aparatos de medición*, seleccione el modo Regeneración simple. Para ello, seleccione el comando correspondiente en el menú *Ver*, o haga clic en el botón apropiado de la barra de herramientas.

5. Cierre la ventana *Aparatos de medición*.

6. Cierre *LVDAC-EMS*.

7. Apague la *Fuente de alimentación ca de 24 V*.

8. Apague la *Fuente de alimentación ca trifásica de 400 V y cc de 230 V*.

9. Desactive la alimentación eléctrica de su puesto de trabajo. Retire todas las conexiones del circuito, dejando para el final las conexiones a tierra de los equipos. Devuelva todos los equipos a su sitio de almacenamiento.

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



00101000000000018956500000