

# Sistema de aprendizaje de bombas industriales

Traducción del manual original

**FESTO**

Profesiones industriales

Manual del usuario



**Profesiones industriales**

# **Sistema de aprendizaje de bombas industriales**

**Traducción del manual original**

**Manual del usuario**

8253620

Nº de artículo: 8253620 (Versión impresa) 8253621 (Versión electrónica)  
Primera edición  
Actualización: 2026/03

Por el personal de Festo Didactic

© Festo Didactic Ltée/Ltd, Québec, Canada 2026  
Internet: [www.festo.com](http://www.festo.com)  
e-mail: [services.didactic@festo.com](mailto:services.didactic@festo.com)

Impreso en Canadá

Todos los derechos reservados

ISBN 978-2-89834-978-2 (Versión impresa)

ISBN 978-2-89834-979-9 (Versión electrónica)

Depósito legal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2026

Depósito legal - Library and Archives Canada, 2026

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

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

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

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

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

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

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

# Índice

Informaciones preliminares sobre el documento .....	3
Unidad de aprendizaje 1 - Requisitos generales para la operación del equipo .....	9
Unidad de aprendizaje 2 - Uso conforme a lo previsto .....	11
Unidad de aprendizaje 3 - Garantía y responsabilidad .....	13
Unidad de aprendizaje 4 - Instrucciones de trabajo y de seguridad .....	15
Responsabilidades de seguridad .....	15
Seguridad funcional general .....	16
Equipos de protección personal (EPP).....	16
Manipulación y disposición del equipo .....	17
Seguridad eléctrica .....	18
Seguridad mecánica.....	19
Seguridad en el agua .....	21
Ciberseguridad .....	22
Unidad de aprendizaje 5 - Instalación y puesta en servicio del equipo .....	25
Requisitos ambientales.....	25
Requisitos de alimentación .....	25
Otras especificaciones técnicas .....	26
Manipulación del sistema de aprendizaje .....	28
Ruedas giratorias.....	28
Antes de mover el banco de sistemas .....	29
Inicio rápido .....	29
Montaje de la bomba .....	30
Puesta en funcionamiento del sistema .....	31
Funcionamiento del variador de frecuencia.....	32
Etapas del procedimiento .....	34
Prueba de impacto .....	35
Parámetros del variador.....	35
Modo de funcionamiento .....	37
Mecanismo de seguridad .....	39
Códigos de falla y de alarma frecuentes.....	39
Cebado de la bomba .....	41
Alineación del acoplamiento entre el motor y la bomba .....	42
Alineación de acoplamientos flexibles .....	42
Alineación del acoplamiento de espiga .....	44
Operación del medidor de caudal electromagnético .....	47
Cambio de la unidad de medida.....	48
Cambio de la orientación de la pantalla de visualización .....	48
Especificaciones técnicas del medidor de caudal electromagnético suministrado .....	48
Operación del medidor de presión .....	49
Puesta a cero y cambio de la unidad .....	50
Llenado de las líneas de presión .....	50

Especificaciones técnicas del medidor de presión suministrado .....	51
<b>Unidad de aprendizaje 6 - Descripción del equipo .....</b>	<b>53</b>
Lista de números de pieza .....	53
Grados de protección (IP).....	56
Descripción de las piezas del sistema de aprendizaje de bombas industriales .....	56
Banco del sistema de bombeo .....	56
Panel frontal del banco de sistemas.....	58
Conjunto de motor y bomba.....	59
Conexiones de tuberías.....	60
Puertos de presión.....	60
Conexiones eléctricas .....	61
Válvulas, medidores y accesorios .....	64
Herramientas .....	65
Piezas para la inserción de fallas .....	67
Descripción de piezas del rendimiento de la bomba .....	68
Contadores electrónicos .....	68
Descripción de piezas de sistemas de bomba múltiple.....	69
Descripción de la bomba de engranajes externos y sus accesorios.....	70
Bomba de engranajes externos.....	70
Conjuntos de válvula limitadora de presión .....	71
Accesorios de apriete rápido.....	72
Presentación de la bomba de rodete flexible .....	74
Presentación de la bomba de cavidad progresiva .....	76
Presentación de la bomba neumática de membrana.....	77
Presentación de la bomba peristáltica .....	79
Puesta en marcha de la bomba peristáltica.....	81
Presentación de la bomba centrífuga vertical multietapa .....	82
Montaje de la bomba centrífuga vertical multietapa en el motor.....	83
Presentación de la bomba de aletas .....	86
Puesta en marcha de la bomba de aletas.....	88
Presentación de la bomba centrífuga de accionamiento magnético .....	88
Puesta en marcha de la bomba centrífuga de accionamiento magnético .....	90
<b>Unidad de aprendizaje 7 - Indicación de conformidad.....</b>	<b>91</b>
Compatibilidad electromagnética (CEM) .....	91
<b>Unidad de aprendizaje 8 - Mantenimiento del equipo .....</b>	<b>93</b>
Mantenimiento general.....	93
Recomendaciones generales .....	93
Drenaje del tanque de agua .....	94
Limpieza .....	94
Modificación del equipo.....	94
Eliminación del equipo.....	95

# Informaciones preliminares sobre el documento

## Acerca de este documento

El operador debe estar familiarizado con el contenido de este documento antes de montar y operar el equipo.

La tabla Símbolos de seguridad, que figura al principio de este documento, enumera los símbolos de seguridad que pueden aparecer en este documento o en el equipo.

Este documento puede descargarse de forma gratuita desde el sitio web de Festo Didactic.

Por encargo, se pueden obtener copias impresas de este documento sin costo adicional. Póngase en contacto con su representante comercial de Festo Didactic.



**Importante.** En este documento, "equipo" y/o "sistema de aprendizaje" se refiere específicamente al sistema de aprendizaje de bombas industriales.

Este documento incluye la información necesaria para configurar, poner en servicio y llevar a cabo el mantenimiento del equipo. No obstante, para obtener instrucciones o información específicas, consulte los documentos que se listan en la tabla que figura a continuación. Estos documentos constituyen la base de la documentación del equipo.

**Tabla 1: Documentación fundamental.**

Nombre	Número de pieza
Sistemas de una bomba (cuaderno de trabajo)	8195896 (unidades SI) 8176972 (unidades habituales de EE. UU.)
Sistemas de una bomba (cuaderno de trabajo para instructores)	8195894 (unidades SI) 8176970 (unidades habituales de EE. UU.)
Rendimiento de la bomba (cuaderno de trabajo)	8195715 (unidades SI) 8177349 (unidades habituales de EE. UU.)
Rendimiento de la bomba (cuaderno de trabajo para instructores)	8195713 (unidades SI) 8177347 (unidades habituales de EE. UU.)
Sistemas de bomba múltiple (cuaderno de trabajo)	8195763 (unidades SI) 8190490 (unidades habituales de EE. UU.)
Sistemas de bombas múltiples (cuaderno de trabajo para instructores)	8195761 (unidades SI) 8185504 (unidades habituales de EE. UU.)

Nombre	Número de pieza
Bombas de engranajes externos (cuaderno de trabajo)	8190918 (unidades SI) 8198522 (unidades habituales de EE. UU.)
Bombas de engranajes externos (cuaderno de trabajo para instructores)	8190916 (unidades SI) 8198520 (unidades habituales de EE. UU.)
Bombas centrífugas verticales multietapa (cuaderno de trabajo)	8194640
Bombas centrífugas verticales multietapa (cuaderno de trabajo para instructores)	8194638
Bomba de rodete flexible (cuaderno de trabajo)	8194644
Bomba de rodete flexible (cuaderno de trabajo para instructores)	8194642
Bomba de cavidad progresiva (cuaderno de trabajo)	8197936
Bomba de cavidad progresiva (cuaderno de trabajo para instructores)	8197934
Bomba neumática de membrana (cuaderno de trabajo)	8197928
Bomba neumática de membrana (cuaderno de trabajo para instructores)	8197926
Bomba peristáltica (cuaderno de trabajo)	8205388
Bomba peristáltica (cuaderno de trabajo para instructores)	8205386
Bomba de paletas (cuaderno de trabajo)	8197924
Bomba de aletas (cuaderno de trabajo para instructores)	8197922
Bomba centrífuga de accionamiento magnético (cuaderno de trabajo)	8197932











Nombre	Número de pieza
Bomba centrífuga de accionamiento magnético (cuaderno de trabajo para instructores)	8197930
Sistema de aprendizaje de bombas industriales (guía del usuario)	8193214

## Símbolos y procedimientos de seguridad

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

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

Símbolo	Descripción
	Atención, riesgo de incendio.
	Atención, riesgo de explosión.
	Atención, riesgo de atrapamiento en accionamiento por correas.
	Atención, riesgo de atrapamiento en accionamiento por cadenas.
	Atención, riesgo de atrapamiento en accionamiento por engranajes.
	Atención, riesgo de aplastamiento de manos.
	Contenido estático sensible. Preste atención a las precauciones para manipular dispositivos sensibles de descarga electrostática.
	Aviso, radiación no ionizante.
	Consulte la documentación correspondiente destinada al usuario.
	Restricciones geográficas de la Directiva sobre los equipos radioeléctricos (RED): consulte la documentación pertinente del usuario.
	Corriente continua.
	Corriente alterna.
	Tanto corriente continua como alterna.

Símbolo	Descripción
	Corriente alterna trifásica.
	Terminal a tierra.
	Terminal conductor de protección.
	Bastidor o terminal de chasis.
	Equipotencialidad.
	ON (alimentación).
	OFF (alimentación).
	Equipo protegido completamente por doble aislamiento o aislamiento reforzado.
	En posición de un control de empuje biestable.
	Posición de salida de un control de empuje biestable.



## Requisitos generales para la operación del equipo

Requisitos generales para la operación segura de equipos eléctricos:

- En las instalaciones comerciales deben respetarse las normas nacionales para la operación de los sistemas y equipos eléctricos.
- Un supervisor debe vigilar el aula o laboratorio.
  - Un supervisor es un electricista cualificado o una persona con formación en ingeniería eléctrica, que conoce los requisitos y directivas de seguridad correspondientes y cuya formación se ha documentado de forma apropiada.
- El montaje y la puesta en servicio del equipo deben realizarse como se indica en la documentación adjunta, antes de que algún usuario pueda utilizar el equipo para el uso previsto.
- Nunca debe utilizarse un equipo dañado o defectuoso.
  - Debe impedirse la reutilización de aparatos dañados y se los debe retirar del laboratorio o aula.

Las normas de ciertos países exigen que los laboratorios o aulas estén equipados con los siguientes dispositivos:

- Las tomas AC del laboratorio o aula deben estar protegidas mediante dispositivos de corriente residual (RCD).
  - Los equipos eléctricos (por ejemplo, fuentes de alimentación eléctricas o hidráulicas, compresores, etc.) pueden utilizarse solamente en salas de capacitación equipadas con dispositivos de corriente residual (RCD).
  - Para proteger las tomas AC del laboratorio o aula, deben utilizarse disyuntores de corriente residual de tipo A o tipo B, con una corriente residual ajustada de acuerdo con las normas locales (generalmente  $\leq 30$  mA).

La versión de 230 V del sistema de aprendizaje de bombas industriales (número de pieza 8180040) incluye un dispositivo de protección de corriente residual tipo A, 30 mA. Asegurarse de que el RCD seleccionado en el punto de montaje es compatible y sigue los principios de coordinación (también denominados selectividad o discriminación) de conformidad con las regulaciones locales.

- Las tomas AC del laboratorio o aula deben estar protegidas mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente.
  - Disyuntores o fusibles.

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

- Se pueden suministrar uno o varios aparatos de desconexión de energía.
  - Se puede suministrar un aparato de desconexión de emergencia para interrumpir la alimentación eléctrica de todo el laboratorio o aula.
  - En cada puesto de trabajo puede incluirse un aparato de desconexión de emergencia para interrumpir la alimentación eléctrica solo en ese puesto de trabajo.
- El laboratorio o aula pueden asegurarse de tal manera que las personas sin autorización no puedan activar la tensión de funcionamiento y la alimentación de aire comprimido. Esto puede lograrse mediante:
  - Interruptores de encendido bloqueables.



## Uso conforme a lo previsto

El equipo solo puede utilizarse:

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

Los componentes del equipo se han diseñado de acuerdo con tecnologías de avanzada y normas de seguridad reconocidas. No obstante, si se utilizan de forma incorrecta los equipos, estos pueden dañarse, y la vida e integridad física de los usuarios y de terceras personas pueden estar expuestas a peligros.

El programa de aprendizaje de Festo Didactic se ha desarrollado y creado exclusivamente con fines didácticos. A fin de garantizar la seguridad de los estudiantes, las instituciones de formación y/o los supervisores deben asegurarse de que todos los estudiantes operen el equipo como se indica en los manuales de Festo Didactic que lo acompañan, y de que respeten las medidas preventivas e instrucciones de seguridad descritas en este documento.

 <b>ADVERTENCIA</b>	
	<p><b>¡El uso del equipo de forma diferente a la especificada por Festo Didactic entraña riesgos!</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El uso del equipo de forma distinta a la que se indica en los manuales adjuntos de Festo Didactic, o con aparatos de otros fabricantes, puede aumentar el riesgo para los usuarios del equipo.</li><li>• Para reducir al mínimo el riesgo relacionado con la situación descrita anteriormente, respete siempre las especificaciones marcadas en el equipo, así como las de la hoja de datos de Festo Didactic para el equipo.</li><li>• Si el equipo incluye un componente de un tercero, respete siempre las especificaciones y directivas incluidas en el documento destinado al usuario de dicho componente, a fin de minimizar el riesgo relativo a la situación antes descrita.</li></ul>



## Garantía y responsabilidad

Se deben aplicar siempre nuestras "condiciones generales de ventas y suministro". Estas se entregan a la empresa operadora antes de la firma del contrato de venta. Las reclamaciones de garantía y responsabilidad derivadas de lesiones y/o daños materiales quedan excluidas si se puede demostrar que se deben a una o más de las causas siguientes:

- Uso del equipo con un propósito distinto al previsto.
- Puesta en servicio u operación incorrecta del equipo.
- Uso del equipo con dispositivos de seguridad defectuosos, o con dispositivos de seguridad y protección conectados de forma incorrecta o no funcionales.
- Incumplimiento de las instrucciones que se incluyen en la documentación fundamental en materia de puesta en servicio y operación.
- Modificaciones no autorizadas al equipo.
- Reparaciones efectuadas de forma inadecuada.
- Siniestros causados por la influencia de elementos exógenos y eventos de la naturaleza.

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



## Instrucciones de trabajo y de seguridad



### Responsabilidades de seguridad

Las responsabilidades se dividen por función tal y como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Responsabilidades por función.**

Función	Responsabilidades
Empresa operadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Permitir únicamente a personal calificado realizar trabajos con el equipo.</li> <li>● Asegurarse de que el personal esté capacitado en las normas de seguridad y haya leído la información de seguridad contenida en el presente documento.</li> <li>● Evaluar periódicamente al personal para garantizar prácticas de trabajo seguras.</li> </ul>
Instructor	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Supervisar a los estudiantes en todo momento.</li> <li>● Permitir únicamente errores inofensivos y evitar acciones que puedan causar lesiones o daños.</li> </ul>
Estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Leer el capítulo de seguridad y las advertencias antes del uso.</li> <li>● Seguir todas las normas aplicables de seguridad laboral y prevención de accidentes.</li> <li>● Trabajar únicamente bajo la supervisión de una persona cualificada.</li> </ul>

## Seguridad funcional general

	<b>⚠ ATENCIÓN</b>
	<p><b>Ignorar las reglas básicas de seguridad funcional puede causar accidentes, lesiones o daños en el equipo.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los estudiantes deben estar supervisados por un instructor en todo momento cuando trabajen con el equipo.</li><li>• Utilizar el equipo únicamente como se indica en la documentación de Festo Didactic.</li><li>• Mantener los interruptores, botones y seccionadores libres de obstrucciones y de fácil acceso.</li><li>• Reparar o asegurar inmediatamente el equipo defectuoso.</li><li>• Utilice equipo de protección personal (EPP) adecuado, como gafas de seguridad y zapatos de seguridad.</li><li>• Evitar usar ropa suelta o accesorios que puedan enredarse en el equipo.</li><li>• Asegurarse el cabello largo para evitar que interfiera con las partes móviles u obstruya la visión.</li><li>• Mantener la zona de trabajo limpia, seca y libre de sustancias que puedan causar resbalones o interferir con el funcionamiento del equipo.</li></ul>
	<b>⚠ ATENCIÓN</b>
	<p><b>La manipulación inadecuada de equipo pesado puede causar lesiones personales o daños en el equipo.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicar técnicas de elevación adecuadas o solicitar asistencia al mover componentes pesados marcados con el símbolo de peligro de elevación.</li></ul>

## Equipos de protección personal (EPP)

Aunque todas las funciones de seguridad se hayan implementado en el equipo, ciertos riesgos residuales pueden persistir aún debido al uso incorrecto o piezas defectuosas. Al usar el equipo, respete siempre las reglas que se dan a continuación a fin de reducir aún más los riesgos de lesiones:

- Use calzado de seguridad en caso de que sea necesario mover frecuentemente los módulos desde el sitio de almacenamiento hacia el puesto de trabajo, o de un puesto de trabajo a otro.

- Cuando trabaje con módulos que generen un nivel de ruido considerable, como las máquinas rotativas, use un equipo de protección acústica adecuado.
- No use nada que pueda quedar atrapado, como una corbata, bisutería o vestimenta holgada.
- Sujétese el cabello largo.
- Limpie el área de trabajo; no debe haber aceite ni agua.

### Manipulación y disposición del equipo

#### AVISO

##### Manipulación de cables

- Tender los cables sin dobleces, pinzamientos ni en contacto con superficies calientes (claramente marcados si corresponde).
- Desconectar siempre tirando del enchufe, nunca tirando del cable.
- Evitar la tensión continua en los cables para evitar daños y desconexiones.

#### AVISO

##### Ventilación y gestión del calor



- Mantener todas las ranuras de ventilación libres de obstrucciones. Colocar el equipo únicamente sobre superficies duras y resistentes al fuego para permitir un flujo de aire adecuado.
- No montar equipos que generen calor cerca o debajo de componentes sensibles a la temperatura.

#### AVISO

##### Configuración del puesto de trabajo



- Comprobar la capacidad de carga máxima del puesto de trabajo y asegurarse de que no se exceda.



## Seguridad eléctrica



	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p><b>Riesgo de descarga eléctrica debido a tensión peligrosa</b></p> <p>El equipo contiene tensión peligrosa que puede causar la muerte, lesiones graves o daños importantes a la propiedad si se ignoran las instrucciones de seguridad.</p> <p><b>Tierra de protección (PE)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Poner siempre a tierra los equipos equipados con un terminal PE.</li><li>• El PE debe ser lo primero que se conecta y lo último que se desconecta.</li><li>• No romper ni dañar los conductores de protección de color amarillo-verde.</li><li>• El equipo con alta corriente de fuga necesita un cable PE separado en su terminal PE adicional.</li></ul> <p><b>Prácticas prohibidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• No conectar nunca fuentes de alimentación de energía en serie.</li><li>• No conectar nunca varias fuentes de alimentación de energía a una sola toma mural de corriente de CA, ya que esto puede causar corrientes de fuga más elevadas.</li><li>• No exceder la tensión de entrada ni la carga admisible de corriente de ningún aparato, ya que esto puede causar calentamiento, descargas eléctricas e incendios.</li></ul> <p><b>Límites de tensión segura</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El contacto con &gt;30 V AC rms o &gt; 60 V DC puede ser fatal.</li><li>• Proteger las salidas y los cables de la fuente de alimentación de energía para evitar que se entre en contacto con ellos; utilizar cables de seguridad recubiertos con clasificación CAT II o superior.</li><li>• Desconectar todas las fuentes de alimentación de energía y desenergizar los circuitos antes de realizar cambios en el cableado.</li><li>• Utilizar únicamente cables de alimentación de red, cables y conductores de conexión desmontables con clasificaciones adecuadas.</li></ul> <p><b>Condensadores</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los condensadores grandes pueden permanecer cargados después de apagar el dispositivo. Esperar varios minutos antes de abrir las carcasas.</li> </ul> <p><b>Circuitos de baja tensión</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentar los circuitos de baja tensión únicamente con fuentes de alimentación de energía de clase II SELV o con doble aislamiento (por ejemplo, fuentes de alimentación de energía Festo Didactic).</li> </ul>
--	---



### Seguridad mecánica


	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p><b>Riesgo de lesiones graves debido a partes móviles en el equipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar siempre la alimentación eléctrica antes de acoplar mecánicamente máquinas rotativas.</li> <li>• Montar siempre el resguardo de protección en las máquinas rotativas a fin de eliminar el riesgo de lesiones graves causadas por el contacto accidental con partes en movimiento.</li> <li>• No tocar los equipos hasta que todas las piezas en movimiento se hayan parado por completo.</li> <li>• Recogerse el cabello largo.</li> </ul>

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p><b>Riesgo de atrapamiento de las manos y de abrasiones en la piel si se utiliza el equipo sin el resguardo de protección</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montar siempre el resguardo de protección en las máquinas rotativas para eliminar el riesgo de atrapamiento de las manos y abrasiones de la piel.</li> </ul> <p><b>Riesgo de atrapamiento de las manos y de abrasiones en la piel si se utiliza el equipo con un resguardo de protección dañado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar siempre el resguardo de protección antes de montarlo en las máquinas rotativas para asegurarse de que no esté dañado. Retirar inmediatamente del laboratorio o del aula todo resguardo de protección dañado.</li> </ul>

	<p style="text-align: center;"><b>⚠ ATENCIÓN</b></p> <p>El equipo puede generar altos niveles de presión sonora (<math>\geq 80</math> dBA) en determinadas condiciones de funcionamiento (es decir, alta velocidad del motor, funcionamiento inverso del motor, funcionamiento con dos motores, múltiples puestos de trabajo funcionando simultáneamente, etc.), lo que puede causar incomodidad, problemas de audición o dolores de cabeza. Utilizar auriculares protectores cuando se opere el sistema en estas condiciones.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>⚠ ATENCIÓN</b></p> <p>Algunos módulos pueden calentarse intensamente cuando se utilizan durante un largo periodo de tiempo. Para evitar quemaduras, dejar que se enfríen antes de manipularlos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>AVISO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Seguir siempre todas las instrucciones relativas al montaje y posicionamiento de las máquinas rotativas para garantizar su correcto funcionamiento.</li><li>• No permitir que la bomba funcione en seco. Para evitar daños en la bomba, asegurarse siempre de que su carcasa está llena de agua antes de operar el circuito de bombeo.</li></ul>	

## Seguridad en el agua

	 <b>ADVERTENCIA</b>
	<p><b>Riesgos de peligros eléctricos al exponer el panel eléctrico del banco de trabajo a fuentes externas de agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El banco de sistemas ofrece protección contra derrames de agua, fugas o roturas originadas por el propio sistema. Sin embargo, se deben seguir varias pautas para garantizar que permanezca también protegido contra fuentes de agua externas. El equipo no está protegido contra mal uso intencional, negligencia e incumplimiento de las instrucciones de seguridad.</li><li>• No colocar otros sistemas hidráulicos (como otro sistema de aprendizaje de bombas industriales) cerca del panel eléctrico en la parte posterior del equipo.</li><li>• Asegurarse siempre de que el panel eléctrico está seco y libre de agua antes de conectar los cables. No realizar conexiones a menos que los conectores estén completamente secos.</li><li>• Colocar la tapa protectora en el conector del motor no utilizado cuando se utilice tan solo un conjunto de motor y bomba.</li><li>• No encender el equipo si hay agua en el panel eléctrico o en algún conector.</li></ul>

 <b>ATENCIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Antes de operar la bomba, asegurarse siempre de que los conectores Camlock y los puertos de presión están asegurados para evitar salpicaduras y derrames de agua.</li><li>• Parar la bomba inmediatamente si un conector Camlock, un puerto de presión, una manguera o cualquier otro equipo del circuito de bombeo está causando una fuga, especialmente si el agua salpica en dirección al motor o al panel de control.</li><li>• Proceder con precaución al desmontar las tuberías y al retirar la cubierta de bomba, ya que todavía hay agua en ellas.</li><li>• Limpiar cualquier derrame de agua en el suelo para reducir el riesgo de tropezos.</li><li>• No llenar el tanque de agua a un nivel superior al recomendado (aproximadamente 28 cm (11 in) por debajo de la superficie perforada). De lo contrario, podrían aumentar los riesgos de desbordamiento y de resbalones.</li></ul>

## Ciberseguridad

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

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

Los clientes deben seguir las directrices de seguridad de Festo y mantener sus productos actualizados. Festo mejora continuamente sus productos para reforzar la seguridad y recomienda encarecidamente instalar las actualizaciones sin demora. Utilizar versiones obsoletas o sin soporte incrementa la exposición a amenazas cibernéticas.

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



### ADVERTENCIA

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

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



## ADVERTENCIA

### Seguridad en la actualización del firmware

Esta advertencia se aplica solo a los productos con firmware actualizable. Para proteger la seguridad e integridad de su sistema, siga estas pautas durante el proceso de actualización de firmware:

- **Fuente de descarga.** Obtenga las actualizaciones de firmware únicamente desde el sitio web oficial del fabricante.
- **No manipular.** No modifique ni interfiera con el proceso de actualización de firmware.
- **Proceso de actualización.** Siga estrictamente las instrucciones de actualización de firmware proporcionadas en el manual de usuario.



## Instalación y puesta en servicio del equipo

### Requisitos ambientales

El equipo está diseñado para ser instalado y almacenado en interiores y debe funcionar en las siguientes condiciones ambientales para garantizar la seguridad del usuario:

- una altitud de hasta 2000 m (6560 pies)
- una temperatura entre 5°C y 40°C (41°F y 104°F)
- una humedad relativa máxima del 80% para temperaturas de hasta 31°C (88°F), disminuyendo linealmente a 50% de humedad relativa a 40°C (104°F)
- fluctuaciones de la tensión de la red de alimentación que no excedan  $\pm 10\%$  de la tensión nominal
- sobretensiones transitorias hasta los niveles de la categoría II
- sobretensión temporal en la red de alimentación: 1500 V para redes de 120 V y 2500 V para redes de 230 V
- un grado 2 de contaminación, de acuerdo con IEC 60664-1



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

### Requisitos de alimentación

El sistema de aprendizaje de bombas industriales (8180039) tiene los siguientes requisitos:

- Tensión y frecuencia de la red de alimentación de energía AC: 120 V - 60 Hz
- Corriente a plena carga: 10 A
- Corriente máxima: 12 A
- Instalación eléctrica: monofásica, incluyendo conductores de línea, neutro y tierra, con protección mediante un disyuntor de 15 A.

El sistema de aprendizaje de bombas industriales (8180040) tiene los siguientes requisitos:

- Tensión y frecuencia de la red de alimentación de energía AC: 220/240 V - 50/60 Hz
- Corriente a plena carga: 6 A
- Corriente máxima: 8 A
- Instalación eléctrica: monofásica, incluyendo conductores de línea, neutro y tierra, con protección mediante un disyuntor de 16 A.

## Otras especificaciones técnicas

### Dimensiones del banco de sistemas (8180039/8180040)

- Longitud: 1240 mm (50,61 in)
- Anchura: 761 mm (31,06 in)
- Altura: 915 mm (37,35 in)

### Peso del sistema de aprendizaje

- Peso total (con todo el equipo y el tanque lleno de agua): 298 kg (656 lb)
- Equipo de sistema de bomba simple (excluyendo el conjunto de motor y bomba): 10 kg (22 lb)
- Conjunto de motor y bomba de acoplamiento largo: 17 kg (37 lb)
- Equipo de rendimiento de la bomba: 0 kg (0 lb)
- Equipo de sistema de bomba múltiple (excluyendo el conjunto de motor y bomba): 1 kg (2 lb)
- Conjunto de motor y bomba de acoplamiento corto: 14 kg (31 lb)
- Equipo de sistema de bomba de desplazamiento positivo: 3 kg (7 lb)

### Peso del equipo por cajón (excluyendo estanterías de almacenamiento):

- Cajón superior: 3 kg (7 lb)
- Cajón central: 6 kg (13 lb)
- Cajón inferior: 36 kg (79 lb)

### Especificaciones técnicas del conjunto de motor y bomba (8180041 y 8180051)

- Tensión de funcionamiento: 3 AC 230/400 V  
(La tensión de funcionamiento del motor puede alcanzar los 460 V, pero la salida y los conectores del VFD están limitados a 400 V)
- Corriente a plena carga: 3,0 A
- Frecuencia de funcionamiento: 60 Hz
- Potencia de salida: 750 W (1 hp)
- Eficiencia a plena carga: 78,5 % (NEMA Premium / IE3)

Especificaciones de salida

- Motor (-X2 y -X3 en el panel posterior): AC trifásica, 0-230/400 V, 3 A, 750 W, 0-60 Hz.
- Sensores (-X4 y -X5 en el panel posterior): 2 x DC 24 V, 0,5 A (cada uno).
- E/S analógica (-X6 en el panel posterior): DC 0-10 V.
- E/S digital (-X7 en el panel posterior): DC 0-24 V.

Especificaciones técnicas del medidor de caudal electromagnético suministrado (8180048).

**Tabla 3: Especificaciones del medidor de caudal electromagnético.**

Parámetro	Valor
Fabricante	ifm
Modelo	SM7621
Rango de funcionamiento	0,1 a 75 l/min (0,02 a 19,82 gal/min)
Margen de temperatura	-20 a 60 °C (-4 a 140 °F)
Diámetro interior	3/4" NPT DN20
Exactitud	± 0,8 %
Tiempo de respuesta	0,25 s
Conductividad mínima	≥20 µS/cm
Clasificación de presión	1600 kPa (232 psi)

Para más detalles, consulte la documentación facilitada por el fabricante.

Especificaciones técnicas del medidor de presión suministrado (8180049).

**Tabla 4: Especificaciones del medidor de presión.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Ashcroft
Modelo	DG25
Rango de funcionamiento	100 a 14 000 kPa (15 a 2000 psi)
Margen de temperatura	-30 a 82 °C (-20 a 180 °F)
Diámetro interior	1/4" NPT
Exactitud	± 0,5%
Tiempo de respuesta	0,25 s
Duración de las baterías	Mínimo 2000 h

Para más detalles, consulte la documentación facilitada por el fabricante.

## Manipulación del sistema de aprendizaje

Proceda con cuidado al mover módulos más pesados (como el conjunto de motor y bomba). Mantenga el módulo lo más cerca posible de la cintura, con los hombros rectos. Nunca sujete los módulos pesados con los brazos extendidos o lejos del cuerpo. Mantenga la espalda recta.

Monte primero los módulos y componentes más pesados, mientras la superficie superior del banco de sistemas esté libre de obstáculos.

Lleve zapatos de seguridad al mover módulos y componentes pesados.

Asegúrese de que el espacio que rodea el banco de sistemas esté limpio y libre de obstáculos al momento de montar módulos y componentes.

## Ruedas giratorias

El sistema de aprendizaje cuenta con ruedas giratorias robustas que facilitan su desplazamiento. No obstante, para evitar accidentes, deberá bloquear las ruedas cuando no se desplace el sistema.

Asegúrese de que las cuatro ruedas giratorias estén en la posición bloqueada siempre que el banco de sistemas no se esté moviendo y, especialmente, cuando esté en uso. Para bloquear una rueda, presione su freno de pie como muestran las dos figuras siguientes.



Figura 1: Presione el freno de pie para bloquear la rueda giratoria.



Figura 2: Rueda bloqueada.

### Antes de mover el banco de sistemas

Antes de mover el banco de sistemas, asegúrese siempre de que se cumple lo siguiente:

- Todos los cables están desconectados del banco de sistemas. Asegúrese de que el interruptor principal esté apagado antes de desconectar los cables.
- Si para mover el banco de sistemas se requiere la desconexión del conductor PE secundario, solicite a un electricista calificado que vuelva a montar el conductor en la nueva ubicación antes de volver a conectar el cable de alimentación.
- No hay cables ni otros obstáculos que estorben.
- Los cajones están cerrados y bloqueados.
- El suelo está limpio y libre de agua.
- El tanque de agua está vacío. En caso contrario, siga los pasos para drenar el tanque.
- Desbloquee las ruedas solo después de verificar que el área circundante sea segura y esté libre de peligros.
- No mueva nunca el banco de sistemas durante el funcionamiento.
- Utilice calzado de seguridad al mover el banco de sistemas.
- Tenga siempre en cuenta su entorno al mover el banco de sistemas.
- El sistema de aprendizaje es pesado; utilícelo y muévalo solo sobre un suelo plano.

### Inicio rápido

1. Asegúrese de que el indicador de alimentación del panel de control esté apagado. Si no es así, coloque el Interruptor principal en la posición O (desconectado).
2. Monte los dispositivos de bloqueo y etiquetado en el Interruptor principal y bloquéelos con un candado.

3. Coloque el equipo necesario para construir el circuito de bombeo sobre la superficie perforada situada encima del banco de sistemas. Los componentes se fijan a la superficie mediante fijaciones de bloqueo rápido utilizando la herramienta incluida.



Figura 3: Fijaciones de bloqueo rápido y herramienta.

Cuando un componente está desbloqueado, se ve una pequeña pestaña de plástico roja en la fijación, como se muestra a la derecha en la imagen. Para bloquear un componente, utilice la herramienta incluida para girar la fijación en el sentido horario hasta que el lado recto quede paralelo al lado del soporte, tal y como se muestra a la izquierda de la imagen. Para desbloquear un componente, gire la fijación en sentido antihorario hasta que la pestaña roja sea visible.

### Montaje de la bomba

1. Conecte el motor al variador de frecuencia. Para ello, conecte el extremo metálico del conector del motor a su entrada correspondiente en la parte posterior del banco de sistemas.
2. El banco de sistemas tiene dos conexiones eléctricas en la parte posterior para dos conjuntos de motor y bomba. Si solo se utiliza uno, coloque la tapa protectora en el conector no utilizado.
3. Conecte la bomba al circuito de bombeo utilizando los conectores Camlock. Se deslizan uno dentro del otro y se aseguran mediante dos palancas. Proporcionan una conexión impermeable que se puede montar y desmontar fácilmente. Los conectores Camlock se bloquean cuando las dos palancas se empujan completamente hasta el lado hembra del conector.

## AVISO

Cuando conecte el motor al variador de frecuencia, asegúrese de colocar el cable en un entorno seguro, para que no se dañe. Mantenga el cable lejos de las partes rotatorias para que no se mueva y gire alrededor de esas partes cuando el sistema se ponga en marcha.



Figura 4: Conectores Camlock.

### Puesta en funcionamiento del sistema

1. Asegúrese de que no haya objetos sueltos sobre el banco de sistemas. Asegúrese de que el protector del acoplamiento esté atornillado en su lugar en el conjunto de motor y bomba de acoplamiento largo.
2. Abra por completo la válvula manual en la succión de la bomba. Cierre por completo la válvula manual en la descarga de la bomba.
3. Llene la carcasa de la bomba con agua para cebarla. Desenrosque la tapa de latón situada en la parte superior de la carcasa de la bomba con una llave allen. Vierta agua en el agujero hasta llenar la carcasa. Vuelva a enroscar la tapa.
4. Retire los dispositivos de bloqueo y etiquetado del Interruptor principal.
5. Active la alimentación colocando el interruptor principal en la posición I (conectado). Asegúrese de que el indicador Alimentación en el panel de control esté encendido.



Si el indicador Alimentación no se enciende, asegúrese de que el interruptor del dispositivo de protección (RCD/GFCI y disyuntor), situado en la parte posterior del panel de control, está ajustado en la posición superior (conectado), y de que el puesto de trabajo está conectado a una toma mural AC.

6. Pulse el botón Reinicio de seguridad.
7. Ponga en marcha el motor pulsando el botón Arranque (botón verde) en el variador de frecuencia.

8. Gire lentamente el botón OK en sentido horario hasta que el motor funcione a la velocidad deseada.
9. Abra la válvula manual en la descarga.
10. Deje funcionar la bomba durante unos 10 segundos.
11. Cierre la válvula manual en la descarga.
12. Pare el motor pulsando el botón Parada (botón rojo) en el variador de frecuencia.
13. Apague el sistema colocando el Interruptor principal en la posición O (desconectado).
14. Desensamble el montaje y devuelva los componentes al sitio de almacenamiento. Tenga cuidado con los derrames, pues las tuberías y la carcasa de la bomba están llenas de agua. Hay una bandeja de goteo debajo de la superficie perforada que recoge el agua y la dirige de vuelta al tanque.

## Funcionamiento del variador de frecuencia

Para controlar la bomba en su sistema de aprendizaje, ajuste la frecuencia en el variador de frecuencia (VFD) incluido en el banco. Las revoluciones del motor, y por tanto la velocidad del rodete, cambia directamente con la frecuencia configurada en el VFD. La pantalla del VFD proporciona información útil sobre el motor durante el funcionamiento.

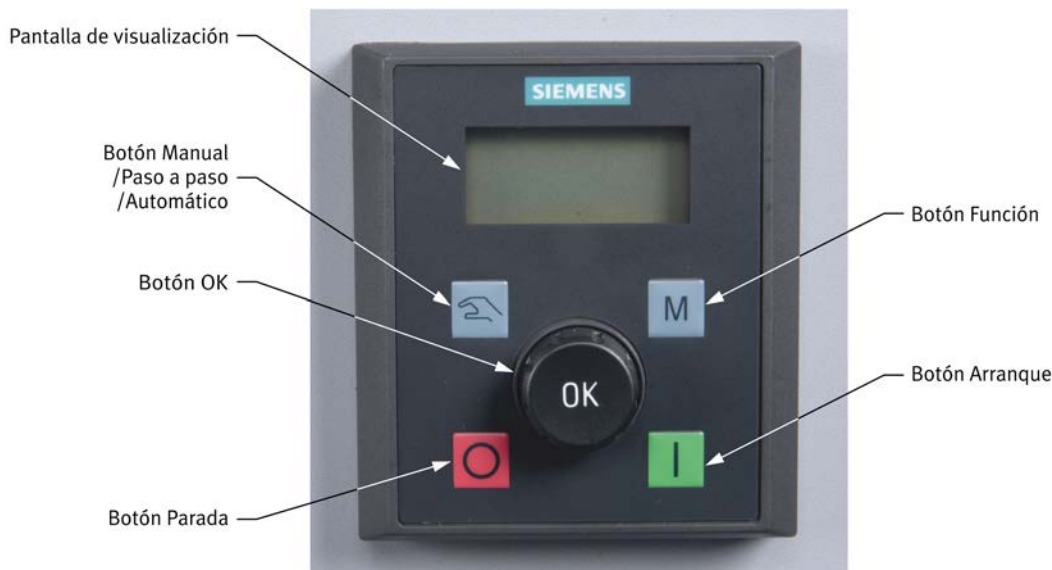


Figura 5: Disposición del panel del variador de frecuencia.

El VFD incluido en el banco de sistemas es un modelo de Sinamics V20 de Siemens.







El variador de frecuencia tiene cinco botones y una pantalla de visualización, como se observa en la figura de la izquierda. A continuación se describe la disposición del panel del variador de frecuencia.

- **Botón Parada.** Hace que se pare el variador.
- **Botón Arranque.** Inicia el variador. El variador está configurado para que el motor arranque con rotación en sentido horario a 5 Hz.
- **Botón Manual/Actuación secuencial/Automático.** Ajusta la unidad en modo Manual, Actuación secuencial o Automático. Si el icono de la mano parpadea en la pantalla de visualización, la unidad está en el modo de operación por actuación secuencial. Si dicho icono está encendido de forma permanente, la unidad está en modo de operación manual.

#### Descripción de los tres modos de funcionamiento

- En el modo Manual, puede modificarse la frecuencia del variador mientras el motor está funcionando, lo que modifica la velocidad del motor. Además, este modo permite invertir el sentido de rotación.
  - En el modo Actuación secuencial, el variador funciona de forma continua a una velocidad y sentido de rotación fijos, independientemente de la configuración del sistema. Es equivalente a un interruptor de anulación en ciertos sistemas. Para usar correctamente el modo Actuación secuencial, debe presionarse continuamente el botón.
  - Por último, en el modo Automático, un sistema de automatización externo controla la frecuencia del variador.
- 
- **Botón OK.** Este botón se puede girar en sentido horario o antihorario para ajustar la frecuencia según corresponda. Al presionarlo se recorre la información de la pantalla de visualización del variador, que incluye la frecuencia de salida del variador (Hz), la tensión de salida (V), la corriente de salida (A) y la tensión DC (V).
  - **Botón Función.** Botón multifuncional que permite seleccionar una función y que puede modificar los dígitos de un elemento o acceder al menú de configuración.
  - **Pantalla de visualización.** Muestra las unidades y el estado del variador. Las unidades están en voltios (V), amperios (A) o hercios (Hz). Los iconos de estado indican el estado del variador. La siguiente tabla muestra los iconos de estado con sus significados.

Tabla 5: Iconos de estado.

Icono	Descripción
	El variador tiene al menos una alarma activa.
	El variador tiene al menos una falla sin corregir.
	El variador está en marcha. Cuando el icono parpadea, es posible que la alimentación del variador se haya activado de forma inesperada.
	El motor rota en el sentido inverso.
	Indica si el variador está en el modo Manual, Actuación secuencial o Automático.
	El variador está en el modo Puesta en servicio.

### Etapas del procedimiento

1. Para arrancar la bomba usando el VFD, primero conecte el sistema de aprendizaje a una toma mural. Encienda el sistema utilizando el interruptor giratorio. La luz blanca de encendido debería iluminarse.
2. Como la luz azul de reinicio de seguridad está iluminada cuando se enciende el sistema de aprendizaje, deberá reiniciarlo presionando el botón Reinicio en el banco. Espere unos segundos para permitir que el VFD se inicie.
3. Cuando se enciende el VFD, está por defecto en modo automático y el punto de ajuste de frecuencia es 5 Hz.  
Ajuste la frecuencia del VFD girando el botón OK.



La bomba está diseñada para funcionar a 50 Hz para un servicio normal, pero puede utilizarse a otras frecuencias cuando sea necesario. El ajuste de la frecuencia en un valor negativo hace que el motor y el rodete giren en dirección inversa. Esto no debe utilizarse durante el servicio normal, a menos que se indique lo contrario.

4. El variador se inicia presionando el botón verde "|".  
La bomba se puede parar utilizando el botón rojo "0".

### **Prueba de impacto**

Una prueba de impacto verifica si el motor conectado a la bomba gira correctamente. Para ello, debe encenderse brevemente el motor, normalmente durante un segundo. Siga estos pasos para realizar una prueba de impacto en el sistema de aprendizaje:

1. Presione el botón Manual/Actuación secuencial/Auto para llegar al modo de operación por actuación secuencial. El icono de la mano parpadea en la pantalla cuando el VFD está en este modo.
2. Presione el botón verde "|" para arrancar la bomba a 5 Hz en su dirección normal durante un segundo. Mantenga presionado el botón para que la bomba funcione de manera continua.  
Observe la dirección de rotación y asegúrese de que sea la dirección correcta.
3. Presione el botón Manual/Actuación secuencial/Auto para volver al modo automático.

### **Parámetros del variador**

El siguiente procedimiento explica cómo configurar un parámetro en el VFD:

1. Pulse el botón Función (M) durante menos de 2 segundos para acceder al menú de parámetros.
2. Gire el botón OK para llegar al primer parámetro. Pulse OK.
3. Gire el botón OK para ajustar el valor del parámetro. Pulse OK.
4. Repita el proceso para los demás parámetros si es necesario.
5. Mantenga pulsado el botón Función (M) de manera continua para salir del menú de parámetros.

**Tabla 6: Parámetros visibles en el modo edición de parámetros.**

Parámetro	Función	Descripción
P0003	Nivel de acceso del usuario	Muestra el nivel de acceso del usuario.
P0005	Selección de visualización de parámetros	Añade una medición que se puede visualizar en la pantalla VFD (ver a continuación).
P0010	Parámetro de puesta en servicio	Este parámetro se debe ajustar en 0, de lo contrario el motor no arrancará.
P0012	Reservado	Para puesta en servicio solamente.
r0032	Potencia filtrada real	Muestra la potencia eléctrica consumida en kW.
r0035	Temperatura real del motor	Muestra la temperatura calculada del motor. Un algoritmo calcula la temperatura. Tiene en cuenta varios parámetros, como el momento de giro y el tiempo de funcionamiento del motor.
P0810 P0811	Funcionamiento	Permite conmutar entre tres modos de operación: utilizando la interfaz VFD, con un controlador externo a través del conector PNP/NPN o RS485.
P0820	Modo de control del inversor	Permite conmutar entre dos modos de control (ver más abajo).

### Selección de visualización de parámetros

Ajustar un valor en el parámetro P0005 permite al usuario seleccionar una medición que se mostrará en la pantalla de visualización del VFD. Una vez que se ajusta un valor para este parámetro, la medición correspondiente será la primera que se mostrará en la pantalla de visualización del VFD.

Por ejemplo, al ajustar un valor de 32 en el parámetro P0005 se muestra la potencia eléctrica suministrada por el VFD. Al ajustar el parámetro en 0 se desactiva esta función. Lea la documentación del fabricante sobre el VFD para buscar los valores posibles y las mediciones correspondientes.

### Modo de control del inversor

El parámetro P0820 permite al usuario elegir entre dos modos de control para el VFD. Los dos modos se utilizan para diferentes tipos de bombas. Se diferencian por la relación utilizada para determinar la tensión enviada al motor en función del valor de consigna de frecuencia (V/F).

- **P0820 = 0** utiliza una relación cuadrática entre tensión y frecuencia. Se utiliza con **bombas centrífugas**.
- **P0820 = 1** utiliza una relación lineal entre tensión y frecuencia. Se utiliza con **bombas de desplazamiento positivo**.

### Modo de funcionamiento


El VFD se puede controlar directamente a través de su panel de interfaz o mediante un control externo. No es común utilizar un controlador externo con el sistema de aprendizaje. Sin embargo, si es necesario, la siguiente tabla indica los valores de los parámetros necesarios para cambiar al control externo.



Una vez que el VFD está ajustado para ser controlado por un control externo, no es posible ajustar su valor de consigna de frecuencia, a menos que se conmute al modo Manual. Esto evita el control externo.

**Tabla 7: Valores de parámetros necesarios para conmutar al control externo.**

Parámetro	Control directo (por defecto)	Control externo M12	Control externo RS485
P0810	0	1	0/1
P0811	0	0	1

**Tabla 8: Mapa de pines de los conectores de control externo.**

Conector	# Pin	Color	Accionamiento
 <p>Figura 6: Conector RS485.</p>	3	ROJO	P+
	5	WHI	0 V
	8	BLK	N-
	SH	SH	PE3


Conector	# Pin	Color	Accionamiento
 <p>Figura 7: E/S analógica, conector M12 de 8 pines.</p>	1	WHI	10 V
	2	BRN	AI1
	3	GRN	AI2
	4	YEL	AO1
	5	GRY	0 V
 <p>Figura 8: E/S digital, conector M12 de 12 pines.</p>	1	BRN	DI1
	2	BLU	DI2
	3	WHI	DI3
	4	GRN	DI4
	5	PNK	24 V
	6	YEL	0 V
	7	BLK	DIC
	8	GRY	DO1+
	9	ROJO	DO1-
	10	VIO	DO2-NC
	11	GRYPNK	DO2-NO
	12	REDBLU	DO2-C

## Mecanismo de seguridad

Además de la protección estándar, la unidad de su sistema de aprendizaje está configurada para proteger el motor y la bomba con protección de temperatura.

Un algoritmo calcula la temperatura del devanado del motor y lo desconecta si la temperatura excede el límite ajustado. La temperatura máxima es de 118 °C o 244 °F.

El motor no se para automáticamente cuando la temperatura calculada alcanza el límite. En su lugar, el variador muestra una advertencia (A511). Si la temperatura aumenta un 10 % más (por ejemplo, 130 °C o 268 °F), el motor se para y el variador entra en modo de falla (F11).

AVISO	
	<p><b>Riesgo de quemaduras al tocar los chasis de los motores con falla</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los motores pueden calentarse mucho en caso de condiciones de falla.</li><li>• No toque los bastidores del motor cuando el variador muestre una advertencia de temperatura (A511) o una falla (F11). Espere a que los motores se enfríen.</li></ul>

Si el variador muestra una falla por sobrecalentamiento (F11), simplemente apagarla no solucionará la falla porque la temperatura calculada queda guardada en el variador. Puede comprobar esta temperatura utilizando el parámetro r0035. Para restablecer la falla, mantenga el variador desconectado con el motor parado, dejándolo enfriar. Esto permite que el algoritmo reduzca la temperatura calculada. Desconectar el variador impide que el algoritmo calcule el tiempo de enfriamiento, por lo que asume que la temperatura del motor permanece alta. Se necesitan algunas horas para que la temperatura calculada alcance un nivel seguro.

## Códigos de falla y de alarma frecuentes

El variador de frecuencia muestra códigos cuando ocurren fallas y alarmas específicas. La siguiente tabla muestra los códigos de falla más comunes. La siguiente tabla muestra los códigos de alarma más comunes.



Todos los códigos de falla se encuentran en la documentación del fabricante del variador de frecuencia.

**Tabla 9: Códigos de falla frecuentes.**

Falla	Descripción
F1	Indica una sobrecorriente.
F2	Indica una sobretensión.
F3	Indica una subtensión.
F4	Indica un sobrecalentamiento del inversor.
F11	Indica un sobrecalentamiento del motor.
F41	Indica una falla en la identificación de los datos del motor.
F85	Indica una falla externa.
F101	Indica un desbordamiento de pila.
F452	Indica una falla en la correa.

La diferencia principal entre las fallas y las alarmas es que las primeras pueden suprimirse sin corregir el problema. Es imposible suprimir una alarma mientras no se haya corregido el problema.



Todos los códigos de alarma se encuentran en la documentación del fabricante del variador de frecuencia.

**Tabla 10: Códigos de alarma frecuentes.**

Alarma	Descripción
A501	Indica un límite de corriente.
A502	Indica un límite de sobretensión.
A503	Indica un límite de subtensión.
A504	Indica un sobrecalentamiento del inversor.
A511	Indica un sobrecalentamiento del motor.
A535	Indica una sobrecarga de la resistencia de frenado.
A922	Indica que no se le aplica carga al inversor.
A952	Indica una falla en la correa.

## Cebado de la bomba



El presente procedimiento debe realizarse con la bomba parada. Asegúrese de que no haya fugas en la carcasa de bombeo ni en la succión de la bomba antes de continuar.

1. Para cebar la bomba, desenrosque el tapón de latón situado en la parte superior de la carcasa de la bomba. Utilice una llave allen de 3/16".
2. Vierta agua en el orificio del tapón de latón. Quizás le resulte útil usar un embudo en este momento.
3. Vierta lentamente hasta que la carcasa de la bomba esté completamente llena. Vuelva a enroscar la tapa de latón.



Figura 9: Tapón de latón utilizado para cebar la bomba.

4. Arranque la bomba utilizando el procedimiento de prueba y arranque de la bomba.



Cebado de la bomba.

<https://lx.festo.com/media/48d6fe5a1de446d79c566bdb0c6c7e64>

## Alineación del acoplamiento entre el motor y la bomba

### Alineación de acoplamientos flexibles

El siguiente procedimiento es un método simple para alinear los ejes del conjunto de motor y bomba utilizando una regla (o nivel), un calibrador y un calibrador de palpación. Se aplica a todas las bombas de los sistemas de aprendizaje de bombas industriales que utilizan un acoplamiento flexible, incluida la bomba centrífuga de acoplamiento largo de la serie principal y la mayoría de las bombas opcionales incluidas en el sistema de aprendizaje.

Para las bombas que utilizan un acoplamiento de espiga (en particular, la bomba peristáltica), consulte la subsección dedicada más adelante en este procedimiento.

1. Coloque aproximadamente los dos cubos en el lugar correcto para alinearlos. Cada cubo se coloca cerca del extremo de su eje y el manguito de goma entre los dos. El tornillo de fijación de cada cubo se coloca en el lado plano de la chaveta en su eje.

Apriete los tornillos de fijación en cada cubo.

2. Coloque la regla o nivel encima del par de ejes (posición a las 12 h). Utilice el calibrador de palpación para medir la desalineación paralela vertical insertando

hojas progresivamente más gruesas entre la regla o el nivel y uno de los cubos, hasta que se llene el espacio. Proceda tal y como se muestra en la siguiente figura. Anote esta medición.



Si es necesario consulte el siguiente vídeo.



Figura 10: Regla y calibrador de palpación.

3. El espacio paralelo vertical corresponde al grosor de cuñas necesario debajo de todos los pies del motor. Añada una o más cuñas si el espacio vertical es superior a 0,38 mm (0,015 in). Monte el mismo grosor de cuñas en todos los pies. Cuando coloque cuñas bajo los pies del motor, siga estas las pautas:
  - Desenrosque únicamente dos de los pies del motor cada vez.
  - Utilice la menor cantidad posible de cuñas.
  - No asuma el grosor de las cuñas. Mida cada combinación de cuñas con un micrómetro, si está disponible, para determinar su grosor exacto.
4. Repita la medición en ambos lados (posiciones de las 3 y las 9 h). Ajuste la posición horizontal del motor con respecto a la bomba según corresponda. Se debe mover el motor si el espacio es superior a 0,38 mm (0,015 in).
5. Cuando haya terminado de colocar cuñas y de mover los pies, vuelva a apretar todos los tornillos. El eje del motor debe estar ahora alineado aproximadamente con el eje de la bomba en ambos planos paralelos. Para confirmarlo, puede repetir los pasos anteriores y asegurarse de que el espacio medido sea inferior al valor máximo tolerado.



#### Medición de la desalineación paralela.

<https://lx.festo.com/media/b156d2fa1b8b461c9a7c6ac54f92c96c>

6. Utilice el calibrador y el calibrador de palpación para medir la desalineación angular del acoplamiento. Encuentre el punto donde los dos acoplamientos están más espaciados. Coloque el calibrador a lo ancho de este lado del acoplamiento y ajuste su ancho para que se ajuste a esta medición. Mida el espacio entre el calibrador y el acoplamiento del otro lado utilizando el calibrador de palpación. Proceda tal y como se muestra en la siguiente figura. Anote esta medición.



Si es necesario consulte el siguiente vídeo.



Figura 11: Medición de la desalineación angular – Arriba.



Figura 12: Medición de la desalineación angular – Abajo.

7. Si el espacio medido es superior a 1,42 mm (0,056 in), añada cuñas debajo de dos de los pies del motor para reducir la desalineación angular. Si el espacio está en la parte inferior del acoplamiento, añada una cuña en los pies del motor más cercanos al acoplamiento. Si el espacio está en la parte superior del acoplamiento, añada una cuña en los pies del motor más alejados del acoplamiento.
8. Cuando haya terminado los ajustes angulares, vuelva a apretar todos los tornillos. El eje del motor debe estar ahora alineado adecuadamente con el eje de la bomba. Para confirmarlo, puede repetir los pasos anteriores y asegurarse de que el espacio medido sea inferior al valor máximo tolerado.

Una vez completada la alineación, apriete en cruz los tornillos del motor y de la bomba. Atornille el protector del acoplamiento sobre el acoplamiento.



**Medición de la desalineación angular.**

<https://lx.festo.com/media/c43b28cfb66b45b994944396fab567c2>

## Alineación del acoplamiento de espiga

La alineación del acoplamiento de espiga es similar a la del acoplamiento flexible, pero el pequeño espacio entre la bomba y el motor crea un desafío adicional.

1. Atornille el cubo de acoplamiento en la chaveta situada en la ranura de chaveta en el eje del motor. Coloque la espiga en la ranura del cubo de acoplamiento.

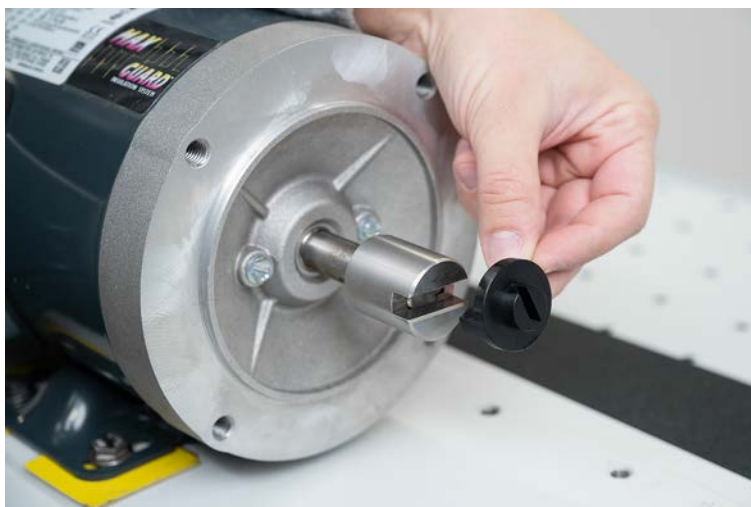


Figura 13: Cubo de acoplamiento y espiga.

2. Coloque el conjunto de bomba (bomba (tubo flexible cargado) con su base en L) sobre la placa base y atorníllelo.

Gire el conjunto de manera que la ranura de acoplamiento quede vertical.

3. Compare la posición de la espiga con respecto a ambos cubos de acoplamiento. Mida la longitud de la espiga que sobresale de cada lado del cubo de acoplamiento y compare estas mediciones. Esto le dará una buena idea de la desalineación vertical.

Si la protuberancia es mayor en la parte inferior de los cubos, añada una cuña en los pies del motor más cercanos al acoplamiento. Si la protuberancia es mayor en la parte superior de los cubos, añada una cuña en los pies del motor más alejados del acoplamiento.



Siga las mismas pautas que anteriormente al colocar cuñas bajo los pies del motor:

- Desenrosque únicamente dos de los pies del motor cada vez.
- Utilice la menor cantidad posible de cuñas.
- No asuma el grosor de las cuñas. Mida cada combinación de cuñas con un micrómetro, si está disponible, para determinar su grosor exacto.

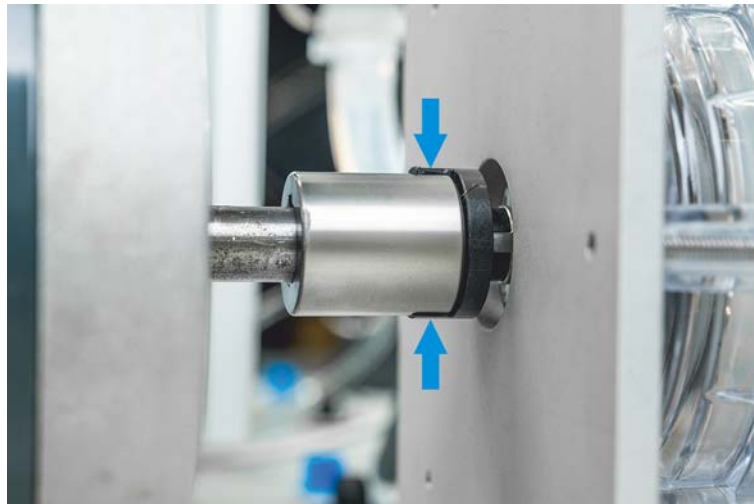


Figura 14: Compare cuánto sobresale la espiga en cada lado del cubo de acoplamiento.

4. Gire el conjunto de modo que la ranura de acoplamiento quede horizontal.  
Repita los últimos pasos para evaluar la desalineación horizontal. Ajuste la posición horizontal del motor según corresponda.
5. Cuando haya terminado de ajustar la posición y las cuñas, vuelva a apretar todos los tornillos. El eje del motor debe estar ahora alineado adecuadamente con el eje de la bomba. Para confirmarlo, puede repetir los pasos anteriores y asegurarse de que la protuberancia medida sea consistente en cada lado.



Figura 15: Mida la protuberancia de la espiga en las posiciones verticales y horizontales (aquí, con un calibrador digital).

## Operación del medidor de caudal electromagnético

En lugar del rotámetro, los estudiantes pueden utilizar un medidor de caudal electromagnético para leer el flujo de agua en el circuito de bombeo. Esto permite una lectura fácil y directa. La siguiente figura muestra la interfaz del medidor de caudal incluido en el sistema de aprendizaje.

- La pantalla muestra la medición del caudal y la unidad de medida seleccionada.
- Hay dos botones con flechas hacia arriba y hacia abajo (▲ y ▼) y un botón de entrada redondo (●).
- El medidor de caudal está conectado al circuito de bombeo mediante conectores Camlock. Incluye puertos de presión para medir la presión en ambos extremos del equipo.



Figura 16: Interfaz del medidor de caudal.

El medidor de caudal se enciende automáticamente cuando se conecta al banco de sistemas y se enciende el interruptor principal. La conexión se realiza mediante este conector de 5 pines en la parte posterior del banco de sistemas, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 17: Conector de 5 pines.

### **Cambio de la unidad de medida**

Por defecto, el medidor de caudal está configurado para mostrar el caudal en gal/min. Para cambiarlo, siga estos pasos:

1. Pulse el botón ● para acceder al menú.
2. Utilice los botones ▲ y ▼ para seleccione EF (funciones extendidas). Pulse ●.
3. Seleccione cFG (configuración). Pulse ●.  
Seleccione unF (unidad de caudal). Pulse ●.
4. Mantenga pulsado ▼ durante más de 1 segundo para cambiar la unidad mostrada.  
Seleccione la unidad de medida con ▲ y ▼. Confirme con ●.
5. Pulse ▲ varias veces para volver a la visualización del caudal.

### **Cambio de la orientación de la pantalla de visualización**

Este medidor de caudal se puede montar al revés para medir el caudal de agua que se mueve hacia abajo. Es necesario cambiar la orientación de la pantalla de visualización para que el usuario no tenga que ponerse de cabeza para leer el caudal. Para ello, siga estos pasos:

1. Pulse el botón ● para acceder al menú.
2. Utilice los botones ▲ y ▼ para seleccione EF (funciones extendidas). Pulse ●.
3. Seleccione DIS (pantalla de visualización). Pulse ●.  
Seleccione diS.R (rotación de la pantalla de visualización). Pulse ●.
4. Mantenga pulsado ▼ durante más de 1 segundo para cambiar la orientación.  
Seleccione 180° (para orientación invertida) o 0° (para orientación normal) con ▲ y ▼. Confirme con ●.
5. Pulse ▲ varias veces para volver a la visualización del caudal.

### **Especificaciones técnicas del medidor de caudal electromagnético suministrado**

Para más detalles, consulte la documentación facilitada por el fabricante.

**Tabla 11: Especificaciones del medidor de caudal electromagnético.**

Parámetro	Valor
Fabricante	ifm
Modelo	SM7621
Rango de funcionamiento	0,1 a 75 l/min (0,02 a 19,82 gal/min)
Margen de temperatura	-20 a 60 °C (-4 a 140 °F)
Diámetro interior	3/4" NPT DN20
Exactitud	± 0,8 %
Tiempo de respuesta	0,25 s
Conductividad mínima	≥20 µS/cm
Clasificación de presión	1600 kPa (232 psi)

## Operación del medidor de presión

En sustitución del manómetro, el usuario de este curso puede utilizar un medidor de presión electrónico para leer la presión en el circuito de bombeo. Esto permite una lectura fácil y directa. A continuación se muestra la interfaz del medidor de presión incluido en el sistema de aprendizaje:



**Figura 18: Interfaz del medidor de presión.**

La pantalla de visualización muestra la medición de la presión y la unidad de medida seleccionada. Hay tres botones en el medidor:

- Encendido/Entrar
- Cero/▲
- Menú/▼

El medidor de presión está conectado al circuito de bombeo mediante puertos de presión. Se fija a la superficie perforada mediante fijaciones de bloqueo rápido.

El medidor de presión funciona con dos baterías AA. Puede funcionar independientemente del banco de sistemas.

Para conectar el medidor, mantenga presionado el botón de Encendido/Entrar durante al menos dos segundos. Haga lo mismo para desconectarlo. Como el medidor de presión funciona con baterías, es importante desconectarlo cuando termine de utilizar el sistema de aprendizaje para que las baterías no se agoten demasiado rápido.

### **Puesta a cero y cambio de la unidad**

El botón Cero/▲ permite al usuario ajustar el cero del medidor de presión. Como el medidor lee una presión relativa, puede ser necesario ajustar el cero para obtener mediciones precisas. Para ello, mantenga pulsado el botón Cero/▲ durante al menos 2 segundos.

Por defecto, el manómetro está ajustado para mostrar la presión en psi. Para ello, siga estos pasos:

1. Mantenga pulsado el botón Menú/▼ durante al menos 2 segundos.

La palabra "UNIDADES" debería estar parpadeando en la pantalla de visualización. Pulse Encendido/Entrar.

2. Seleccione la unidad de medida con ▲ y ▼. Confirme con Encendido/Entrar.

### **Llenado de las líneas de presión**

Es una buena práctica llenar las líneas de presión con agua cuando se opera el circuito de bombeo. De este modo se reduce la inestabilidad y garantiza la precisión de la medición. Esto se debe a que el aire presente en las líneas de presión se puede comprimir, mientras que el agua no.

1. Para purgar el aire de la línea de presión y llenarla con agua, conéctela al medidor de presión en un extremo y a la descarga de la bomba en el otro extremo.
2. Arranque la bomba. Desconecte la línea de presión del medidor de presión durante menos de un segundo y vuelva a conectarlo. Esto debería durar el tiempo suficiente para que se pueda purgar el aire y el agua pueda comenzar a fluir.

## Especificaciones técnicas del medidor de presión suministrado

Para más detalles, consulte la documentación facilitada por el fabricante.

**Tabla 12: Especificaciones del medidor de presión.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Ashcroft
Modelo	DG25
Rango de funcionamiento	100 a 14 000 kPa (15 a 2000 psi)
Margen de temperatura	-30 a 82 °C (-20 a 180 °F)
Diámetro interior	1/4" NPT
Exactitud	± 0,5 %
Tiempo de respuesta	0,25 s
Duración de las baterías	Mínimo 2000 h



## Descripción del equipo

### Lista de números de pieza

Aquí se encuentran las piezas incluidas con los cursos del sistema de aprendizaje de bombas industriales. Consulte la tabla de utilización de equipos de cualquier curso específico para conocer las piezas necesarias para completar cada uno de los ejercicios.



Conserve todas las listas de embalaje suministradas con el equipo. Si alguna pieza está dañada o necesita ser reemplazada, póngase en contacto con su representante de Festo Didactic utilizando los números de pieza que aparecen en estos documentos.

Utilice únicamente componentes y accesorios de Festo Didactic para garantizar la compatibilidad y durabilidad del equipo.

Número de pieza	Equipo
8180039/8180040	Banco del sistema de bombeo
8180041	Conjunto de motor y bomba (acoplamiento largo)
8180043	Válvula de bola
8180044	Válvula de globo
8180045	Manómetro
8180046	Rotámetro
8180048	Medidor de caudal electromagnético
8180049	Medidor de presión
8180051	Conjunto de motor y bomba (acoplamiento corto)

Número de pieza	Equipo
8180053	Válvula de retención
8180055	Accesorios de bombas de desplazamiento positivo
8180056	Bomba de engranajes externos
8184314	Vaso de plástico
8184413	Soporte de succión
8184414	Soporte de descarga
8184415	Soporte vertical
8184416	Conjunto de succión
8184417	Conjunto de descarga
8184418	Tubería en forma de U
8184419	Manguera flexible
8184484	Adaptador Y de entrada
8184485	Adaptador Y de salida
8184486	Adaptador de 90°
8185571	Cubierta de bomba transparente
8185572	Rodete pequeño
766932	Manguera de presión
777852	Sello mecánico de repuesto
<b>Bombas opcionales</b>	
8198312	Bomba de rodete flexible
8198313	Bomba de cavidad progresiva
8198314	Bomba neumática de membrana

Número de pieza	Equipo
8198315	Bomba peristáltica
8209794	Bomba centrífuga vertical multietapa
8209795	Bomba de aletas
8209796	Bomba centrífuga de accionamiento magnético
<b>Piezas para la inserción de fallas</b>	
534682	Válvula de aire
8184568	Restricción de tubería
8184570	Anillo de acero inoxidable partido de 0,2 mm
8184572	Anillo de acero inoxidable partido de 1 mm
<b>Herramientas</b>	
582164	Herramienta de bloqueo rápido
776183	Superficie recta
780944	Juego de calibradores de palpación
781464	Llave de horquilla combinada de ½ in
792478, 776155, 776156, 776157	Juego de cuñas de 0,002 in a 0,020 in
8109588	Juego de llaves allen
8128339	Calibre para exteriores
8184343	Mandril grande
<b>Juego de bloqueo y etiquetado</b>	
781250	Cerrojo de bloqueo
781251	Candado
776151	Etiqueta de peligro

El banco del sistema de bombeo está disponible en dos versiones:

- 8180039 está clasificado para 120 V y 60 Hz.
- 8180040 está clasificado para 220/240 V y 50/60 Hz.

### **Grados de protección (IP)**

El equipo esta clasificado IP20.

#### *AVISO*

El equipo no está protegido contra la inmersión o infiltración de líquidos. Manténgalo lejos de todo tipo de líquidos. De no hacerlo, el equipo puede sufrir daños.

## **Descripción de las piezas del sistema de aprendizaje de bombas industriales**

### **Banco del sistema de bombeo**

El banco de sistemas es la parte principal del sistema de aprendizaje y sirve como superficie de trabajo para el aprendizaje práctico. Proporciona almacenamiento para los componentes del sistema y alberga los circuitos eléctricos del variador de frecuencia (VFD), el cual controla la bomba. Para más información sobre el VFD, consulte la Unidad de aprendizaje 5.

La superficie superior del banco de sistemas está perforada para asegurar los componentes del circuito de la bomba. Estos componentes se fijan mediante fijaciones de bloqueo rápido utilizando la herramienta incluida. Consulte la subsección sobre herramientas incluida más adelante en esta sección. Una bandeja de goteo debajo de la superficie perforada recoge el agua y la dirige de vuelta al tanque.



Figura 19: Banco del sistema de bombeo.

El cajón superior del banco de sistemas contiene una superficie de trabajo de plástico negro que se puede extraer y fijar a la superficie perforada. Está diseñado para el mantenimiento de bombas e incluye una depresión para guardar tornillos y piezas pequeñas, evitando que se caigan por los agujeros o se pierdan.

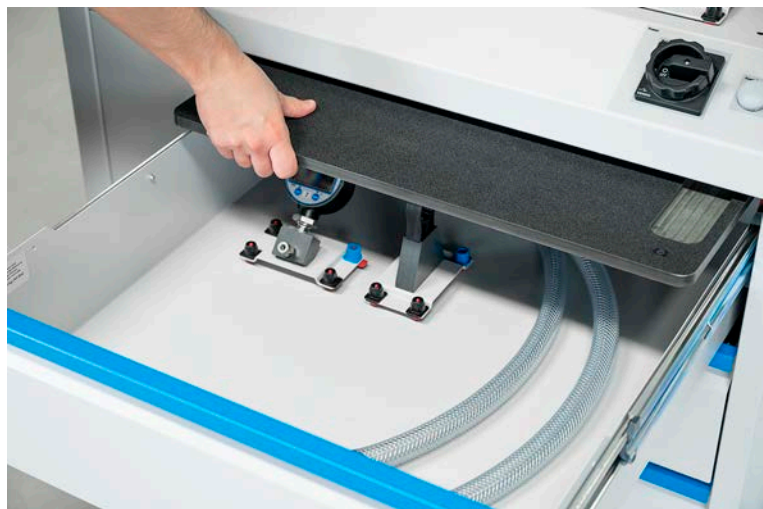


Figura 20: Superficie de trabajo en el cajón.

El tanque de agua está situado en el lado derecho del banco y se puede quitar para drenarlo y limpiarlo fácilmente. Para más detalles sobre el tanque de agua y consejos de mantenimiento, consulte la Unidad de aprendizaje 8.

Debe llenarse con agua corriente normal hasta 30 cm (12 in) de la superficie perforada o 5 cm (2 in) por encima de la válvula del tanque.



Figura 21: Lado del tanque de agua del banco de sistemas.

### Panel frontal del banco de sistemas

La siguiente figura muestra el panel frontal del banco de sistemas, que incluye botones para operar la bomba. La perilla giratoria grande es el interruptor principal para conectar y desconectar el banco de sistemas. Aquí es donde se colocan los dispositivos de bloqueo y etiquetado cuando sean necesarios.

La luz blanca de encendido indica si el sistema de aprendizaje está encendido.

Pulse el botón Reinicio para realizar el reinicio de seguridad del sistema cuando la luz azul esté encendida.

A continuación se muestra la interfaz del variador de frecuencia (VFD), el cual se utiliza para controlar el motor de la bomba.

Ajuste la frecuencia del variador y navegue por los menús utilizando el botón OK. El ajuste de la frecuencia del variador permite al usuario ajustar la velocidad de la bomba. Por defecto, su valor está ajustado a 5 Hz. A menos que se especifique lo contrario, el valor de frecuencia siempre debe ser positivo para garantizar que la bomba gira en el sentido correcto.

Arranque la bomba usando el botón verde "|" y párela usando el botón rojo "O".

Para más información sobre el VFD y su uso, consulte la Unidad de aprendizaje 5.

En el extremo derecho del panel frontal, se puede utilizar el botón Parada de emergencia en caso de emergencia. No resuelve los problemas automáticamente; solo desconecta la(s) bomba(s). Se activa presionándolo. Se reinicia girándolo hacia la izquierda.

<b>AVISO</b>
Si se realiza un restablecimiento de fábrica en el variador de frecuencia (VFD), se eliminarán todos los parámetros, lo que puede provocar daños en el equipo.



Figura 22: Panel frontal del banco de sistemas.

### Conjunto de motor y bomba

En la mayoría de los ejercicios, la bomba principal es una bomba centrífuga de acoplamiento largo fabricada en bronce, con un rodete abierto de bronce. Un tapón extraíble situado en la parte superior permite llenar la carcasa para cebar la bomba.

El conjunto contiene la bomba, el motor y el acoplamiento, todos atornillados en una placa base metálica. Se coloca una protección transparente alrededor del acoplamiento.

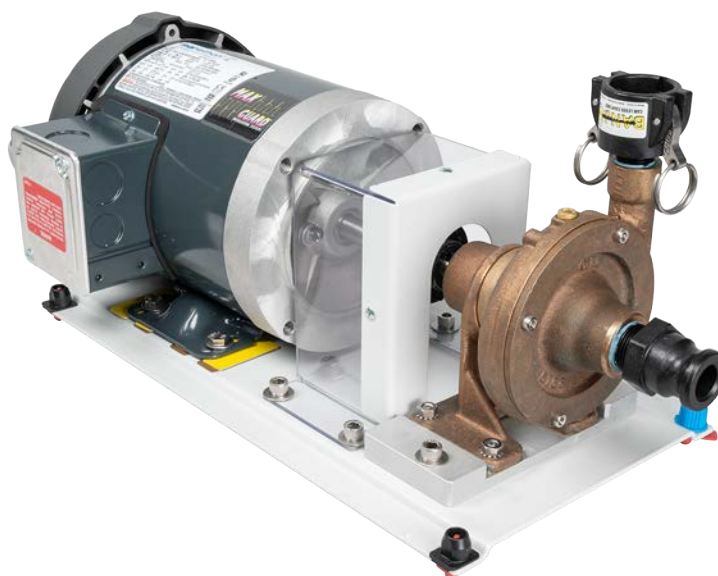


Figura 23: Conjunto de bomba de acoplamiento largo.

## Conexiones de tuberías

Las secciones de tubería se conectan mediante conectores Camlock, tal y como se muestra en la siguiente figura. Estos conectores se deslizan uno dentro del otro y se aseguran con dos palancas, creando un sello impermeable. Son fáciles de montar y desmontar. Los conectores se bloquean cuando las palancas se empujan completamente hacia el lado hembra.



Figura 24: Conectores Camlock.

## Puertos de presión

Se pueden conectar medidores, transmisores electrónicos y otros dispositivos al circuito de la bomba utilizando pequeñas mangueras y dos tipos de puertos de presión: uno con tapas blancas y otro con tapas metálicas. Ambos tipos contienen válvulas de retención que se sellan automáticamente cuando no están en uso. Asegúrese de que las líneas de presión que conducen a los instrumentos de presión estén llenas de agua para obtener lecturas precisas.

Los puertos con tapas blancas son fáciles de usar: inserte la manguera de presión empujándola por completo dentro del puerto. Para retirar la manguera, presione la tapa blanca mientras tira de la manguera hacia afuera.



Figura 25: Primer tipo de puertos de presión.

Este segundo tipo de puerto de presión, el que tiene tapas metálicas, necesita una mitad macho (a la izquierda en la siguiente figura) que se inserta en la mitad hembra (a la derecha), atornillada a las tuberías. La mitad macho tiene un grifo con un resorte que bloquea el conector en el puerto de presión.



Figura 26: Segundo tipo de puertos de presión.

Para conectar una manguera de presión a la mitad macho del enchufe, desenrosque la tapa (a la derecha en la siguiente figura). Inserte la manguera hasta el fondo en la parte posterior del enchufe y, a continuación, vuelva a enroscar la tapa.



Figura 27: Manguera de presión insertada en la mitad macho.

## Conexiones eléctricas

La siguiente figura muestra el panel de conexiones en la parte posterior del banco de sistemas.

El banco de sistemas se conecta a la alimentación eléctrica mediante una toma mural estándar.



Figura 28: Panel de conexión en la parte posterior del banco de sistemas.

Conecte los motores al banco de sistemas utilizando los conectores que se muestran en la siguiente figura. Asegúrelos con la palanca. No conecte ni desconecte cuando el sistema esté encendido. El VFD alimenta ambos conectores simultáneamente, lo que permite que cualquiera de las bombas se conecte a cualquiera de los conectores. Cubra los conectores no utilizados con una tapa protectora.



Figura 29: Conexión al conector del motor.

Los transmisores (como un medidor de caudal) pueden ser alimentados por el banco de sistemas utilizando los conectores de 5 pines que se muestran en la siguiente figura.



Figura 30: Conectores de 5 pines del transmisor.

## Válvulas, medidores y accesorios

La válvula situada a la izquierda en la siguiente figura es una válvula de bola. Se utiliza principalmente para aplicaciones ON-OFF. En el circuito de la bomba, se coloca antes de la succión de la bomba.

La válvula situada en el medio es una válvula de globo. Se utiliza principalmente para el control de la estrangulación, ya que el caudal que permite es proporcional a su apertura. En el circuito de la bomba, se coloca después de la descarga de la bomba.

La válvula situada a la derecha es la válvula de pie. Se coloca dentro del tanque de agua y actúa como válvula de retención para evitar que la bomba se vacíe cuando se para.



Figura 31: Válvulas incluidas en el sistema de aprendizaje.

La siguiente figura muestra los instrumentos de medición incluidos con el sistema. A la izquierda hay un rotámetro para medir el caudal de agua en el circuito de tuberías. A la derecha hay un manómetro para medir la presión.

Un rotámetro utiliza un flotador, llamado plomada, dentro de un tubo cónico para medir el caudal. El manómetro mide la presión utilizando un tubo Bourdon, el cual cambia de forma con la presión. Los detalles sobre cada instrumento se encuentran en las secciones dedicadas de este curso.



Figura 32: Medidores incluidos en el sistema de aprendizaje.

## Herramientas

Utilice la herramienta de bloqueo rápido para fijar las fijaciones de bloqueo rápido azules a la superficie perforada del banco de sistemas. Al desbloquearlas, aparece una pequeña pestaña de plástico roja en la fijación, tal y como se muestra a la derecha en la figura. Para bloquear un componente, gire la fijación con la herramienta de bloqueo rápido hasta que su lado recto quede paralelo al soporte, tal y como se muestra a la izquierda en la figura. Para desbloquear, gire la fijación hasta que la pestaña roja sea visible. Tenga en cuenta que la dirección de rotación puede variar para las diferentes fijaciones.



Figura 33: Fijaciones de bloqueo rápido y herramienta.



Vídeo sobre el uso de la herramienta de bloqueo rápido.

<https://lx.festo.com/media/602057648ed94971a07f7b873afe6f4e>

Para alinear el acoplamiento entre el motor y la bomba, el sistema incluye una regla, un calibrador, un juego de calibradores de palpación y un juego de cuñas. Utilice el procedimiento incluido en la Unidad de aprendizaje 5 para alinear los ejes.



Figura 34: Juego de alineación.

Para asegurar el sistema de aprendizaje durante el mantenimiento, utilice un candado, un pestillo y una etiqueta. Primero, cierre el pestillo alrededor del interruptor principal en el banco de sistemas. A continuación, inserte el candado a través de un orificio y coloque la etiqueta. Bloquee todo tal y como se muestra en la siguiente figura. Guarde la llave en un lugar seguro.



Figura 35: Juego de bloqueo y etiquetado.



Figura 36: Dispositivo de bloqueo y etiquetado en un interruptor eléctrico.

### Piezas para la inserción de fallas

El sistema de aprendizaje incluye anillos de varios tamaños para crear fugas y restricciones en el circuito de la bomba para ejercicios de localización de averías. Se pueden identificar por su grosor.

Además de los anillos, se utiliza una válvula de aire para inyectar aire en el circuito de la bomba, simulando otro tipo de falla. Se conecta a las tuberías con una manguera de aire incluida a través de un puerto de presión. El otro extremo de la válvula está abierto al aire ambiente. Una flecha en la válvula muestra la dirección del flujo de aire.



Figura 37: Piezas utilizadas para crear fallas.

## Descripción de piezas del rendimiento de la bomba

Para completar los proyectos de este curso, se incluyen algunos accesorios de bomba con el sistema de aprendizaje. Incluyen una cubierta de bomba transparente que permite al usuario ver el interior de la bomba durante el funcionamiento. También incluye un segundo rodete, más pequeño que el original, para medir el efecto del tamaño del rodete en el rendimiento de la bomba. Se incluye un segundo sello mecánico como respaldo.



Figura 38: Accesorios de bomba.

## Contadores electrónicos

Para los proyectos de este curso se incluye un medidor de caudal electrónico para medir el caudal de agua en el circuito de bombeo. Funciona midiendo la tensión del inducido cuando el agua fluye a través de un campo magnético generado por el dispositivo sensor. Esto es posible porque el agua del grifo conduce electricidad. Tiene una pantalla LCD para mostrar el valor medido en diferentes unidades. Se alimenta con banco de sistemas mediante un conector de 5 pines en la parte posterior. Este dispositivo reemplaza al rotámetro.

También se incluye en este curso un medidor de presión que reemplaza el manómetro incluido en el sistema de bomba básico. Mide la presión dentro del circuito de bombeo mediante un sensor que detecta la deformación de una membrana debido a la presión. Tiene una pantalla LCD para mostrar el valor medido en diversas unidades. Funciona con baterías.

Para obtener más detalles sobre estos dos componentes y cómo utilizarlos correctamente, consulte los apéndices correspondientes: Operación del medidor de caudal electromagnético y Operación del medidor de presión.



Figura 39: Medidor de caudal y medidor de presión.

## Descripción de piezas de sistemas de bomba múltiple

Para completar los proyectos de este curso, se incluye una segunda bomba con el sistema de aprendizaje. Es una bomba de acoplamiento corto o de cara C. Aparte del acoplamiento, tiene las mismas especificaciones, motor y características que la primera.

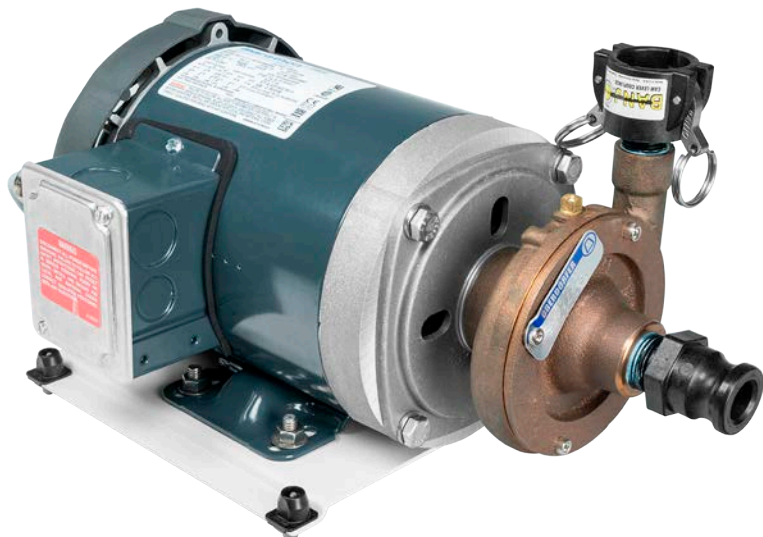


Figura 40: Conjunto de bomba de acoplamiento corto.

Para completar los ejercicios de este curso, se incluyen tuberías y mangueras adicionales. Las tuberías están conectadas en una configuración en Y para conectar equipos en paralelo. Se conectan al circuito de bombeo mediante conectores Camlock. También tienen puertos de presión para leer la presión en diferentes puntos.

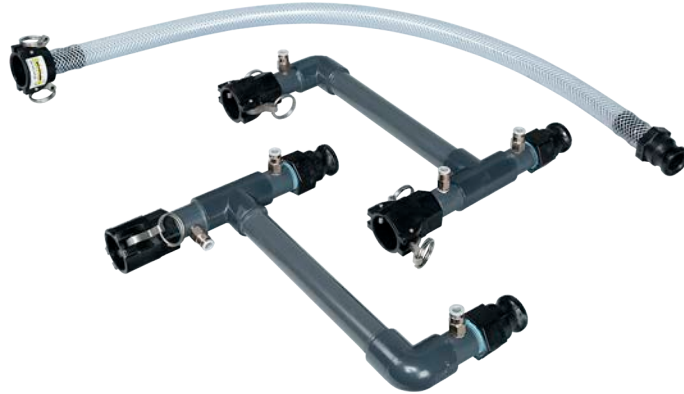


Figura 41: Tuberías en Y incluidas.

También se incluye un par de válvulas de retención. Permiten que el agua en el circuito fluya en una sola dirección. Esta dirección está indicada en la válvula de retención mediante una flecha en el cuerpo de latón del equipo. Se conectan al circuito de bombeo mediante conectores Camlock. También tienen puertos de presión para leer la presión antes y después de la válvula de retención.



Figura 42: Válvula de retención.

## Descripción de la bomba de engranajes externos y sus accesorios

### Bomba de engranajes externos

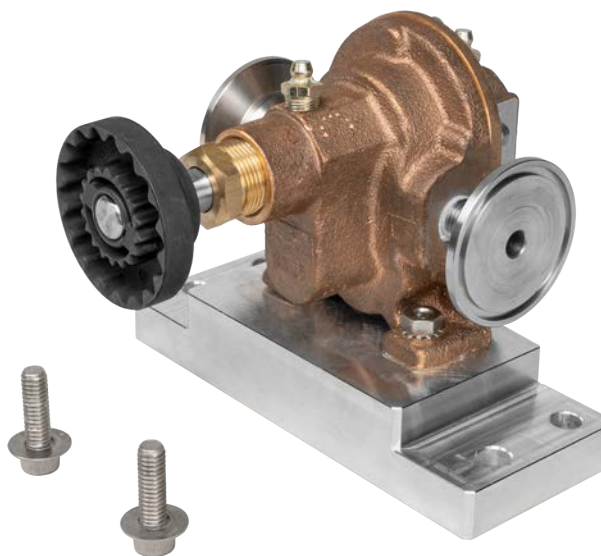
El presente curso introduce la bomba de engranajes externos en el sistema principal de aprendizaje de bombas industriales. Al igual que la bomba centrífuga, debe estar acoplada al motor mediante el acoplamiento, con el resguardo de protección a modo de protección. Los pasos necesarios para ello se explicarán en la parte práctica de este curso.

La bomba de engranajes externos tiene una tapa que se puede quitar para inspeccionar los componentes internos. Los engrasadores también permiten una fácil inserción de grasa.

La bomba de engranajes externos tiene las siguientes especificaciones.

**Tabla 13: Especificaciones de la bomba de engranajes externos.**

Parámetro	Valor
Velocidad máxima	1750 rpm
Presión de descarga máxima	125 psi (875 kPa)
Caudal máximo	2,8 gal US/min (10,6 l/min) a 125 psi (875 kPa)
Sentido de giro	Reversible
Elemento de sellado	Sello de embalaje



**Figura 43: Bomba de engranajes externos con tornillos.**

### Conjuntos de válvula limitadora de presión

El curso también presenta dos conjuntos de válvulas limitadoras de presión. Un conjunto se coloca postconectado a la bomba de engranajes externos y el otro se coloca preconectado. Las válvulas limitadoras de presión evitan la sobrepresión al permitir que el fluido retorne al tanque de almacenamiento cuando la presión en la válvula ha alcanzado un valor preajustado. Actúan como un dispositivo de seguridad para proteger el sistema y sus componentes contra los daños causados por una presión excesiva, garantizando así el funcionamiento seguro y estable del sistema.

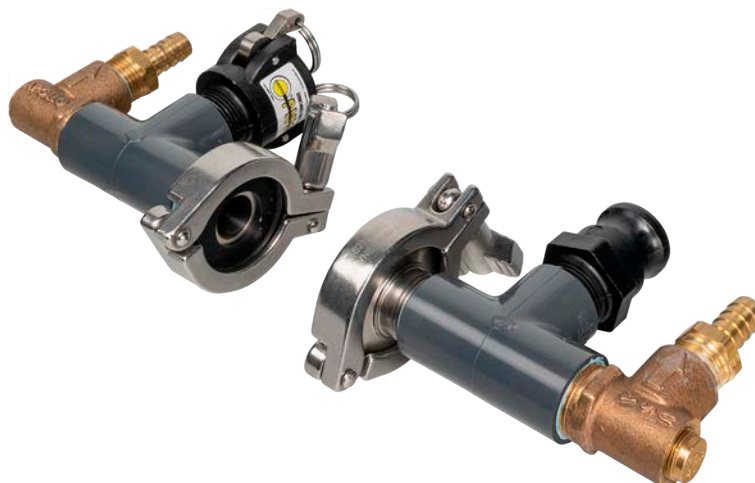


Figura 44: Conjuntos de válvula limitadora de presión.

### Accesorios de apriete rápido

Los conjuntos de bomba de engranajes externos y válvula limitadora de presión están equipados con accesorios sanitarios de apriete rápido. Dado que la bomba de engranajes externos puede generar presiones superiores a la presión máxima de funcionamiento del sistema, 345 kPa (50 psi), los conjuntos de válvulas limitadoras de presión siempre deben usarse con esta bomba. Los diferentes tipos de accesorios evitan que el alumno conecte la bomba directamente al sistema utilizando los accesorios Camlock estándar.

Estos accesorios de apriete rápido permiten la conexión y desconexión rápida de componentes. Un accesorio de apriete cuya tensión está controlada por una tuerca de mariposa mantiene los accesorios firmemente en su lugar. Es necesario insertar una junta entre los accesorios para garantizar la estanqueidad de la conexión.

A continuación se describe el procedimiento para conectar la bomba de engranajes externos a un conjunto de válvula limitadora de presión utilizando los accesorios de apriete rápido. Consulte las tres figuras siguientes como referencia.

1. Prese los accesorios, con la junta en el medio. Asegúrese de que las muescas de la junta encajan en las ranuras de los accesorios.
2. Coloque el accesorio de apriete en ambos accesorios, ciérrelo y bloquéelo usando la tuerca de mariposa.
3. Enrosque la tuerca de mariposa hasta que el accesorio de apriete esté bien cerrado.



Figura 45: Prensado de los accesorios, con la junta en el medio.



Figura 46: Colocación del accesorio de apriete en ambos accesorios y cerrarlo.



Figura 47: Bloqueo de los accesorios con la tuerca de mariposa.

## Presentación de la bomba de rodete flexible

Esta es la bomba de rodete flexible incluida en el sistema de aprendizaje:



Figura 48: Bomba de rodete flexible en la superficie de trabajo.



Figura 49: Bomba de rodete flexible en la superficie de trabajo (parte trasera).

La bomba está acoplada al motor mediante un acoplamiento flexible. La entrada y la salida están conectadas al circuito de bombeo mediante conectores Camlock.

Esta bomba se puede utilizar tanto en dirección hacia adelante como hacia atrás. Sin embargo, debido a la forma en que está conectada con los conectores Camlock, solo debe usarse en dirección hacia adelante para evitar la acumulación de presión en la válvula de pie.

La bomba y el rodete son adecuados para agua dulce y salada, así como soluciones químicas suaves. Sin embargo, no están diseñados para solventes agresivos, ácidos o álcalis.

Si la bomba de rodete flexible no se utiliza durante períodos prolongados de tiempo, se debe retirar el rodete y almacenarlo de manera adecuada para evitar que las aspas se deformen de forma permanente.

**Tabla 14: Especificaciones de la bomba de rodete flexible.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Oberdorfer
Modelo	201M-05
Construcción	Carcasa: latón Eje: acero inoxidable
Sello mecánico	Carbono y cerámica
Rodete	Neopreno, 6 hojas
Rango de funcionamiento	0,4 a 43 l/min (0,1 a 11,3 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	4 a 60 °C (40 a 140 °F)
Elevación máxima de succión	4,57 m (15 ft)
Presión máxima de funcionamiento	241 kPa (35 psi)
Velocidad máxima recomendada	3450 rpm

## Presentación de la bomba de cavidad progresiva

A continuación se muestra la bomba de cavidad progresiva incluida en el sistema de aprendizaje:



Figura 50: Bomba de cavidad progresiva en la superficie de trabajo.

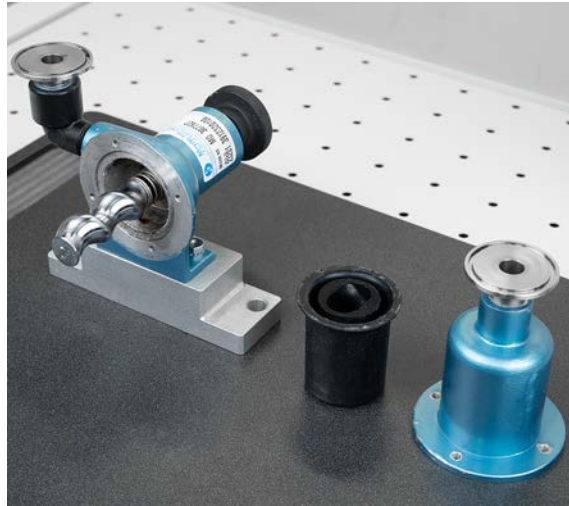


Figura 51: Interior de la bomba de cavidad progresiva.

La bomba está acoplada al motor mediante un acoplamiento flexible. La entrada y la salida están conectadas a válvulas limitadoras de presión (PRV) mediante conectores de brida y abrazaderas. La propia PRV está conectada al circuito de bombeo mediante conectores Camlock.

Esta bomba se puede utilizar tanto en dirección hacia adelante como hacia atrás. Sin embargo, debido a la forma en que está conectada con los conectores Camlock y las PRV, solo debe usarse en dirección hacia adelante para evitar la acumulación de presión en la válvula de pie.

La bomba y su estátor son adecuados para agua dulce y salada, así como soluciones químicas suaves. Sin embargo, no están diseñados para manipular solventes agresivos, ácidos o álcalis.

**Tabla 15: Especificaciones de la bomba de cavidad progresiva.**

Parámetro	Valor
Fabricante	MOYNO
Modelo	23201
Construcción	Carcasa: aluminio Eje y rotor: acero inoxidable Estátor: nitrilo
Sello mecánico	Carbono y cerámica
Rango de funcionamiento	0 a 19 l/min (0 a 5 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	4 a 70 °C (40 a 160 °F)
Presión máxima de funcionamiento	276 kPa (40 psi)
Velocidad máxima recomendada	1750 rpm

### **Presentación de la bomba neumática de membrana**

Las dos figuras siguientes muestran la bomba neumática de membrana en el sistema de aprendizaje:



Figura 52: Bomba neumática de membrana en la superficie de trabajo (delante).



Figura 53: Bomba neumática de membrana en la superficie de trabajo (detrás).

A diferencia de las otras bombas opcionales utilizadas con este sistema de aprendizaje, la bomba neumática de membrana utilizada en este curso no está alimentada por un motor eléctrico controlado por el VFD del banco de sistemas. En lugar de ello, utiliza aire comprimido como fuente de energía. Un regulador de presión en el cuerpo de la válvula de la bomba permite al usuario ajustar la salida generada por la bomba.

La entrada y la salida están conectadas al circuito de bombeo a través de válvulas limitadoras de presión (PRV) mediante conectores de brida y abrazaderas. Las propias PRV están conectadas al resto del circuito de bombeo mediante conectores Camlock. La entrada de aire se conecta con un conector a presión de aire estándar de 1/4 in.

Esta bomba solo se puede utilizar en dirección de avance, ya que las válvulas de retención de la bomba evitan que el flujo retroceda. La bomba y sus membranas son adecuados para agua dulce y salada, así como soluciones químicas suaves. Sin embargo, no están diseñados para solventes agresivos, ácidos o álcalis.

Tabla 16: Especificaciones de la bomba neumática de diafragma.

Parámetro	Valor
Fabricante	ARO
Modelo	PD05P-AAS-PGG
Construcción	Aluminio
Membrana	Nitrilo

Parámetro	Valor
Sección de fluidos	
Rango de presión del material	140 a 690 kPa (20 a 100 psi)
Presión máxima del material en la entrada	69 kPa (10 psi)
Caudal máximo	49,2 l/min (13 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	4 a 66 °C (40 a 150 °F)
Desplazamiento por ciclo (690 kPa, 100 psi)	0,5 l (0,04 gal)
Tamaño máximo de las partículas	2,4 mm (3/32 in)
Sección de válvulas	
Requisito de aire presurizado	71 l/min (3,1 CFM) a 630 kPa (90 psi)
Consumo de aire (aprox.)	7,4 l/min por 1 l de material bombeado (1 CFM/gal)
Rango de entrada de aire	140 a 690 kPa (20 a 100 psi)

### Presentación de la bomba peristáltica

A continuación se muestra la bomba peristáltica incluida en el sistema de aprendizaje:

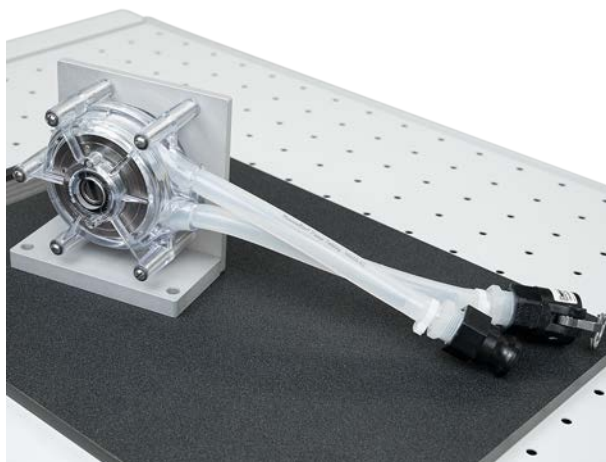




Figura 54: Bomba peristáltica en la superficie de trabajo.



Figura 55: Bomba peristáltica sin cubierta.

 <b>ATENCIÓN</b>	
	Mantenga los dedos alejados de la parte accesible del eje situada delante de la bomba. Pueden producirse lesiones si los dedos quedan atrapados en la ranura de chaveta cuando la bomba está en funcionamiento.

La bomba está atornillada a una base en forma de L, a su vez atornillada a la placa base del conjunto de motor y bomba. Utiliza un cubo de acoplamiento y un inserto (espiga) específicos y su propio protector del acoplamiento, ligeramente más corto que el utilizado con las otras bombas.

El tubo flexible de la bomba se conecta en la entrada y la salida al circuito de bombeo mediante conectores Camlock con la ayuda de un par de accesorios. Se pueden cambiar fácilmente al sustituir el tubo flexible.

Esta bomba se puede utilizar tanto en dirección hacia adelante como hacia atrás. Sin embargo, debido a la forma en que está conectada con los conectores Camlock, solo debe usarse en dirección hacia adelante para evitar la acumulación de presión en la válvula de pie.

El tubo flexible es adecuado para agua dulce y salada, así como soluciones químicas suaves. Sin embargo, no está diseñado para manipular solventes agresivos, ácidos o álcalis.

La bomba se suministra con un tubo flexible de repuesto y arandelas de empuje de repuesto, que se utilizan en el conjunto del rotor.

**Tabla 17: Especificaciones de la bomba peristáltica.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Masterflex
Modelo	I/P 7019-32
Material de la cubierta de bomba	Policarbonato
Conjunto del rotor	Construcción: acero laminado en frío Tres rodillos, oclusión fija estándar
Tubo flexible	Construcción: silicona Longitud: 75 cm (29 in) Diámetro interior: 12,2 mm (0,5 in) Grosor: 3,18 mm (0,125 in)
Rango de funcionamiento	0 a 13 l/min (0 a 3,4 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	0 a 40 °C (32 a 104 °F)
Presión máxima de descarga (intermitente)	138 kPa (20 psi)
Vacío máximo	73 kPa (10,6 psi)
Velocidad máxima recomendada	650 rpm

### Puesta en marcha de la bomba peristáltica

Consulte este breve video para montar la bomba peristáltica antes de usarla con el sistema de aprendizaje de bombas industriales.

Para más detalles, consulte el procedimiento Estudio del funcionamiento de una bomba peristáltica.



Carga del tubo flexible y montaje de una bomba peristáltica.

<https://lx.festo.com/media/a2097e4052e84579b80ba5af5d0dde6f>

## Presentación de la bomba centrífuga vertical multietapa

A continuación se muestra la bomba centrífuga vertical multietapa incluida en el sistema de aprendizaje:



Figura 56: Bomba centrífuga vertical multietapa en la superficie de trabajo.



Figura 57: Bomba con todas las etapas quitadas.

Esta bomba consta de 22 cámaras apiladas en la placa base del conjunto de motor y bomba. El motor está fijado a esta placa base y conectado al eje de la bomba mediante un acoplamiento dividido de metal sinterizado. Cuatro retenedores atornillados a la base de la bomba mantienen unidas las cámaras.

La salida de la bomba está conectada con una brida y una válvula limitadora de presión (PRV). Se conecta al resto del circuito de bombeo mediante conectores Camlock. La entrada de la bomba está en el extremo opuesto de la placa base, sumergida en el tanque de agua del sistema de aprendizaje. Una funda de nailon rodea la bomba para evitar que el agua salpique al usuario y al sistema.

Esta bomba puede funcionar tanto en dirección hacia adelante como hacia atrás. Sin embargo, como se muestra en un ejercicio del curso, su rendimiento es menor cuando se ejecuta en reversa.

**Tabla 18: Especificaciones de la bomba centrífuga vertical multietapa.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Grundfos
Modelo	MTR 3-22/3 A-WB-A-HUUV
Material de la bomba	Cámaras y rodetes: acero inoxidable Base y cabezal de la bomba: hierro fundido
Cámaras activas (con rodete)	3
Rango de funcionamiento	0 a 58 l/min (0 a 15,4 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	-10 a 90 °C (14 a 194 °F)
Presión de descarga máxima	2496 kPa (362 psi)
Altura nominal	20,50 m (67,26 ft)
Velocidad máxima recomendada	3430 rpm

### Montaje de la bomba centrífuga vertical multietapa en el motor

Para poder utilizarla con el sistema de aprendizaje de bombas industriales, la bomba centrífuga vertical multietapa debe estar conectada al motor y sumergida en el tanque de agua del banco. Sustituye a la bomba centrífuga convencional. Para cambiar las bombas, realice lo siguiente:


1. Efectúe un procedimiento de bloqueo y etiquetado.
2. Retire el protector de seguridad desatornillándolo.
3. Desatornille el motor de la base. Desatornille el cubo de acoplamiento del eje del motor. Retire el inserto de acoplamiento. Asegúrese de no perder ningún tornillo, arandela, cuña o la chaveta del eje.

Retire la bomba centrífuga y la base de montaje de la superficie perforada. Retire el soporte de succión, el conjunto de succión, la válvula de bola y la válvula de pie. Coloque todos estos componentes en su ubicación de almacenamiento.

4. Utilice un destornillador para desatornillar un lado del protector del acoplamiento de la bomba centrífuga vertical multietapa.

Afloje los tornillos del acoplamiento utilizando una llave hexagonal.

Coloque la bomba en el orificio de la superficie perforada donde estaba el conjunto de succión. Asegure la bomba a la superficie perforada girando la fijación de bloqueo rápido utilizando la herramienta de bloqueo rápido.

	<b>⚠ ATENCIÓN</b>
	<p>Transportar o montar componentes pesados, como el motor y la bomba, de más de 15 kg de peso supone riesgos de daños corporales, tales como lesiones de los discos intervertebrales. Pida ayuda si es necesario.</p>

5. Coloque el motor encima del marco negro de la bomba. El eje del motor debe deslizarse fácilmente en el cubo de acoplamiento.

Atorníllelo con los tornillos y anillos de retención suministrados, utilizando una llave de 9/16 in o un a caja 9/16 in con un trinquete. Apriete en cruz.

6. Usando un destornillador o cualquier otra herramienta de palanca, eleve el acoplamiento hasta que quede aproximadamente en la mitad de su recorrido. Debe haber un par de milímetros (aproximadamente 1/16 in) de juego en ambos lados del acoplamiento. Atornille el acoplamiento manteniéndolo elevado. Apriete en cruz.

Atornille el protector del acoplamiento en su lugar.

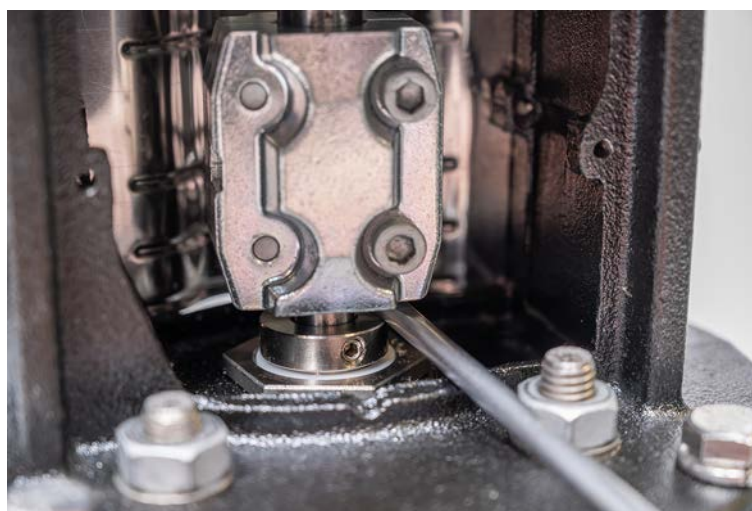


Figura 58: Elevación del acoplamiento para que el conjunto de eje y motor no se arrastre sobre el soporte del motor.

7. Monte el circuito que se muestra en la figura siguiente.

8. Ajuste el variador de frecuencia (VFD) para que funcione con una bomba centrífuga vertical multietapa. Para ello, acceda al parámetro P0820 en el variador y ajústelo en 1. Consulte la Unidad de aprendizaje 5 si es necesario.

Tabla 19: Parámetro P0820 del VFD.

Valor del parámetro	Descripción
0	Funcionamiento de la bomba centrífuga
1	Funcionamiento de la bomba de desplazamiento positivo



Puede parecer contradictorio utilizar el ajuste de bomba de desplazamiento positivo para una bomba centrífuga, pero no es un error. El parámetro P0820 permite al usuario elegir el modo de control del inversor. Los dos ajustes difieren en el modo en que el variador calcula la tensión enviada al motor para una frecuencia determinada. Ajustar un valor de 1 en P0820 permite que la bomba centrífuga vertical multietapa funcione a velocidades más bajas. Consulte el apéndice Funcionamiento del variador de frecuencia para obtener más información.

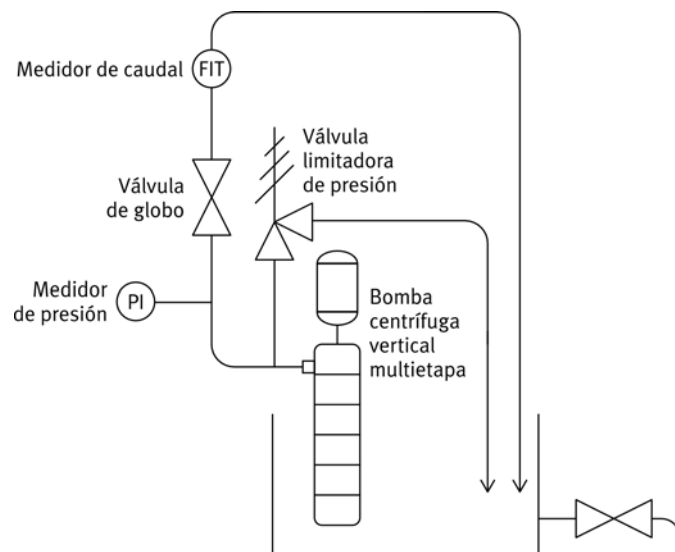


Figura 59: Esquema del circuito de la bomba centrífuga vertical multietapa.

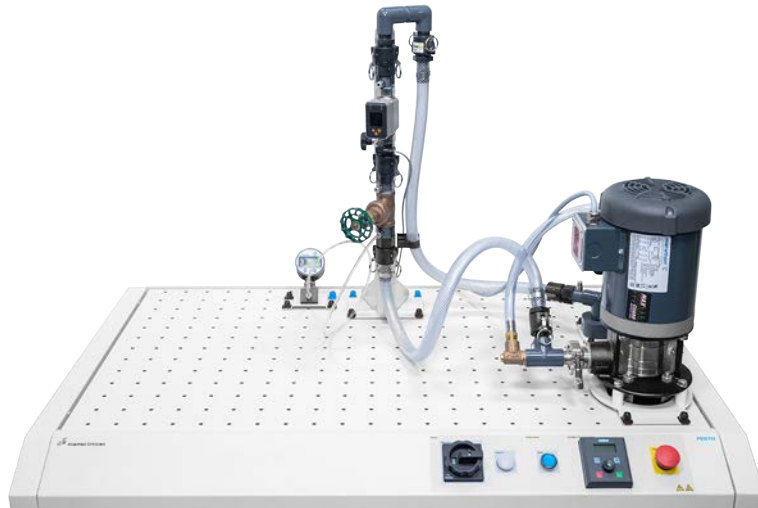


Figura 60: Ejemplo de configuración del circuito de la bomba centrífuga vertical multietapa.

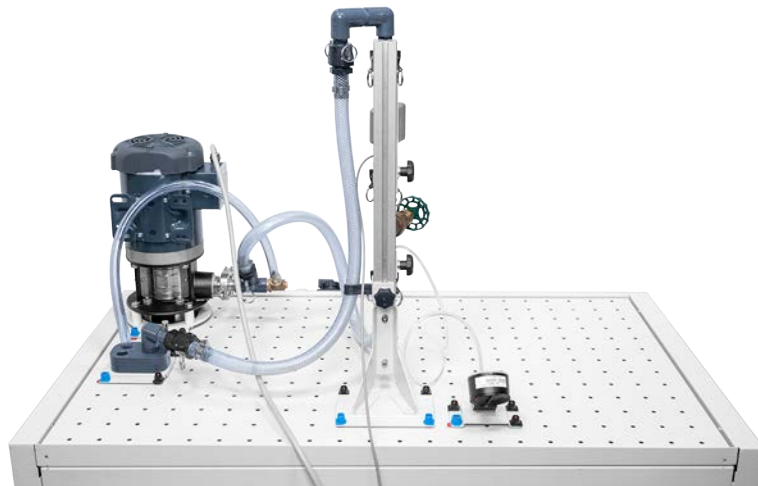


Figura 61: Parte trasera del circuito de la bomba centrífuga vertical multietapa.

## Presentación de la bomba de aletas

A continuación se muestra la bomba de aletas incluida en el sistema de aprendizaje:



Figura 62: Bomba de aletas conectada al motor.

La bomba de aletas está conectada al motor mediante un adaptador de motor, que también actúa como protector del acoplamiento. El acoplamiento entre los ejes es un acoplamiento de mordaza con un inserto de plástico.

La entrada de succión y la salida de descarga de la bomba cuentan con conectores de brida. Estos están conectados al circuito de bombeo con accesorios (no se muestran aquí) que incluyen una válvula limitadora de presión (PRV) y un conector Camlock.

La bomba utiliza 4 aletas fabricadas con grafito de carbono. Las aletas se presionan contra el anillo de leva con varillas de empuje.

La carcasa de la bomba está equipada con un filtro de 100 mallas incorporado para eliminar partículas sólidas del líquido bombeado. También incluye una PRV incorporada que actúa como derivación para redirigir el flujo desde la descarga hacia la succión cuando la presión dentro de la carcasa de la bomba aumenta por encima de la presión de disparo de la PRV. Esta presión se puede ajustar con un tornillo.

La bomba solamente se puede utilizar en una dirección. Esta dirección está indicada con flechas en la carcasa de la bomba. Cumple con los requisitos de grado alimenticio.

**Tabla 20: Especificaciones de la bomba de aletas.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Fluid-O-Tech / Rotoflow
Modelo	PA401X
Construcción	Carcasa: latón Eje y rotor: acero inoxidable Aleta y anillo de levas: grafito de carbono
Rango de funcionamiento	0 a 8,7 l/min (0 a 2,3 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	0 a 70 °C (32 a 158 °F)
Presión de descarga máxima	1655 kPa (240 psi)
Altura máxima	169 m (554 ft)
Velocidad máxima recomendada	1750 rpm

### Puesta en marcha de la bomba de aletas

Consulte este breve video para sustituir la bomba centrífuga por la bomba de aletas antes de usarla con el sistema de aprendizaje de bombas industriales.

Para obtener más detalles, consulte el procedimiento Estudio del funcionamiento de una bomba de aletas.



Montaje de la bomba de aletas en el motor.

<https://lx.festo.com/media/24e7c3a959d348818509a54d360837fa>

### Presentación de la bomba centrífuga de accionamiento magnético

A continuación se muestra la bomba centrífuga de accionamiento magnético incluida en el sistema de aprendizaje:



Figura 63: Bomba centrífuga de accionamiento magnético en la superficie de trabajo.



Figura 64: Componentes internos de la bomba centrífuga de accionamiento magnético.

El cuerpo de la bomba tiene la forma de voluta característica de las bombas centrífugas. Su entrada de succión y salida de descarga están conectadas al circuito de bombeo mediante conectores Camlock. La propia bomba está atornillada al motor con pernos. El cubo magnético, atornillado al eje del motor con ayuda de una chaveta, transfiere la potencia al rodete a través de la carcasa de la bomba.

El cuerpo de la bomba y su rodete están fabricados en polipropileno resistente, un polímero que tiene una gran compatibilidad química con un gran número de productos, lo que permite el uso de esta bomba en múltiples contextos. La bomba está diseñada para usarse únicamente en la dirección que muestra la flecha moldeada en la carcasa de la bomba.

**Tabla 21: Especificaciones de la bomba centrífuga de accionamiento magnético.**

Parámetro	Valor
Fabricante	Finish-Thompson
Modelo	DB6P
Material de la bomba	Polipropileno
Rango de funcionamiento	0 a 151 l/min (0 a 40 gal/min)
Temperatura de funcionamiento	0 a 82 °C (32 a 180 °F)
Presión de descarga máxima	552 kPa (80 psi)
Altura nominal	7,6 m (25 ft)
Viscosidad máxima	150 cP
Velocidad de giro máxima	3450 rpm
Imán	Neodimio, 6 polos

### **Puesta en marcha de la bomba centrífuga de accionamiento magnético**

Consulte este breve video para sustituir la bomba centrífuga convencional por la bomba de centrífuga de accionamiento magnético antes de usarla con el sistema de aprendizaje de bombas industriales.

Para obtener más detalles, consulte el procedimiento Estudio del funcionamiento de una bomba centrífuga de accionamiento magnético.



Montaje de la bomba centrífuga de accionamiento magnético en el motor.

<https://lx.festo.com/media/5f76ab4726c74d25a545e331597964f0>

## Indicación de conformidad

Las siguientes directivas de la UE son relevantes para el mercado CE de los equipos:

- Directiva de baja tensión
  - La Directiva de baja tensión exige que los productos no provoquen riesgos eléctricos.
- Directiva de compatibilidad electromagnética (CEM)
  - La Directiva CEM exige que los dispositivos eléctricos únicamente puedan influirse entre sí en una medida limitada.
- Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas (RoHS)
  - La Directiva RoHS exige un límite para sustancias peligrosas como el plomo, el mercurio, el cadmio o el cromo.

Las declaraciones de conformidad (CE o UKCA) de los equipos están disponibles bajo pedido.

### **Compatibilidad electromagnética (CEM)**

La siguiente tabla describe los requisitos de cumplimiento de compatibilidad electromagnética (CEM) internacional, especificando los estándares aplicables, las clasificaciones de equipos y las limitaciones de uso.

**Tabla 22: Descripción general del cumplimiento de la compatibilidad electromagnética (CEM).**

<p>Internacional</p>	<p>EN IEC 61326-1: entorno electromagnético básico                      CISPR 11: el equipo de esta guía del usuario es solo del Grupo 1, Clase A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Grupo 1: equipos cubiertos por esta norma que no están clasificados como Grupo 2.</li> </ul> <p>Grupo 2: equipos de radiofrecuencia industrial, científica y médica (ISM RF) que generan o utilizan intencionalmente energía de radiofrecuencia (9 kHz a 400 GHz) aplicada localmente a través de radiación electromagnética, acoplamiento inductivo o capacitivo, para fines tales como tratamiento de materiales, inspección, análisis o transferencia de energía.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Clase A: el equipo es adecuado para su uso en todos los establecimientos que no sean domésticos ni aquellos conectados directamente a una red de suministro eléctrico de baja tensión que abastezca a edificios utilizados para fines domésticos. Pueden surgir dificultades para garantizar la compatibilidad electromagnética en otros entornos debido a perturbaciones conducidas y radiadas.</li> <li>● Precaución: este equipo no está diseñado para usarse en entornos residenciales y es posible que no proporcione protección adecuada a la recepción de radio en dichos entornos.</li> </ul>
----------------------	--



## Mantenimiento del equipo

El equipo está diseñado para garantizar la seguridad del usuario, la fiabilidad y resultados de aprendizaje efectivos. Para mantener la seguridad y el rendimiento, es importante conservar el equipo en buen estado.

El sistema de aprendizaje requiere mantenimiento regular. Los estudiantes realizarán algunas tareas como parte de su formación, mientras que el personal cualificado debe encargarse del mantenimiento periódico.

Dado que los aprendices pueden no detectar problemas todavía, un técnico o instructor debe inspeccionar el sistema antes y después de cada uso.

Reemplace de inmediato los componentes defectuosos o faltantes. Contacte a nuestro departamento de servicio para obtener piezas de repuesto e instrucciones.

	 <b>ATENCIÓN</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los instructores y el personal de laboratorio deben comunicar estas directrices e instrucciones a los estudiantes, ya que son esenciales para mantener la seguridad y la funcionalidad del equipo.</li> <li>• No opere el equipo si faltan piezas o si algunas están dañadas.</li> </ul>

### Mantenimiento general

El equipo no requiere ningún mantenimiento específico. Sin embargo, es muy importante realizar una inspección visual del equipo antes de cada ejercicio de laboratorio. Si algún componente del equipo parece estar dañado o presenta desgaste, se lo debe sustituir a fin de garantizar la seguridad del usuario y evitar mayores daños en el equipo.

El equipo no contiene piezas reparables por el usuario, salvo algunas que necesite reemplazar, como fusibles, botoneras, baterías, etc. Abrir o retirar la cubierta del equipo para el reemplazo de piezas puede exponer al usuario a tensiones peligrosas. No intente abrir la cubierta del equipo para el reemplazo de piezas. Haga que un técnico cualificado reemplace las piezas del equipo.

### Recomendaciones generales

Cuando la bomba esté en funcionamiento, no mantenga ninguna de las válvulas (succión y descarga) cerrada durante más de un minuto. Esto puede generar tensión en la bomba y causar daños. De manera similar, no se recomienda hacer funcionar la bomba en seco o cuando está descebada durante más de unos pocos segundos.

Llene el tanque usando agua corriente normal. Utilice una cinta métrica para consultar el nivel dentro del tanque. El agua debe llegar hasta aprox. 28 cm (11 in) de la superficie perforada. No utilice aditivos antimicrobianos.

Cambie el agua del tanque con frecuencia para evitar el desarrollo de moho y microbios. Se recomienda cambiar el agua cada tres meses, o con mayor frecuencia si es necesario. Limpie el interior del tanque con un paño y detergente suave si es necesario. Enjuague cualquier resto de detergente antes de volver a llenar el tanque. Drene el tanque cuando el sistema de aprendizaje no esté en uso durante períodos prolongados.

### **Drenaje del tanque de agua**

Para drenar el tanque, el nivel del agua debe estar por encima de la válvula de drenaje.

1. Retire el conjunto de succión y válvula pie del interior del tanque. Haga lo mismo en el extremo de descarga del circuito de bombeo.
2. Atornille una manguera a la válvula de drenaje. Coloque el otro extremo en un desagüe de agua y asegure la manguera al suelo. Si tiene acceso a un desagüe grande, puede colocar el sistema de aprendizaje sobre él para vaciar el tanque.
3. Abra por completo la válvula de drenaje. Espere hasta que se haya drenado la mayor parte del agua antes del siguiente paso.
4. Desatornille los dos tornillos de mariposa que sostienen la bandeja de goteo delante del tanque. Saque la bandeja de goteo. Saque el tanque e inclínelo para drenar el agua restante. Ahora se puede limpiar el interior del tanque si es necesario.
5. Vuelva a colocar el tanque. Coloque la bandeja de goteo y atorníllela. Cierre la válvula de drenaje.

### **Limpieza**

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

#### **AVISO**

A menos que se especifique lo contrario, no utilice sustancias abrasivas ni disolventes para limpiar ningún componente del equipo.

### **Modificación del equipo**

No modifique el equipo sin autorización previa, por escrito, de Festo Didactic. En este equipo se emplean componentes industriales complejos, por lo que las modificaciones pueden tener consecuencias no deseadas en cuanto a la integridad y seguridad del producto.

El uso o la instalación de piezas de repuesto por personas no cualificadas, así como cualquier reparación o modificación que no cumpla con las especificaciones y métodos de fabricación originales del producto, puede causar daños materiales, lesiones graves o incluso la muerte. También puede anular cualquier garantía u homologación del producto.

### Eliminación del equipo

No deseche el equipo con la basura normal: contiene componentes eléctricos y electrónicos. Un especialista debe desmontar el producto. Cada componente se debe reciclar eliminar de acuerdo con la legislación local.

Es responsabilidad del propietario tomar medidas para el reciclaje y eliminación segura del equipo.

Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE):

- De acuerdo con las normas europeas, los aparatos eléctricos y electrónicos usados ya no pueden arrojarse a la basura sin clasificar. El símbolo de un cubo de residuos con ruedas hace referencia a la necesidad de una recuperación selectiva. Por favor, colabore con la protección del medio ambiente y procure que este aparato fuera de uso llegue a los sistemas de clasificación de residuos designados a tal efecto. DIRECTIVA 2012/19/UE del PARLAMENTO EUROPEO y del CONSEJO de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).



La presencia de este símbolo en el equipo indica la necesidad de una recuperación selectiva.

**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.com](http://www.festo.com)



0008253620000000000100