

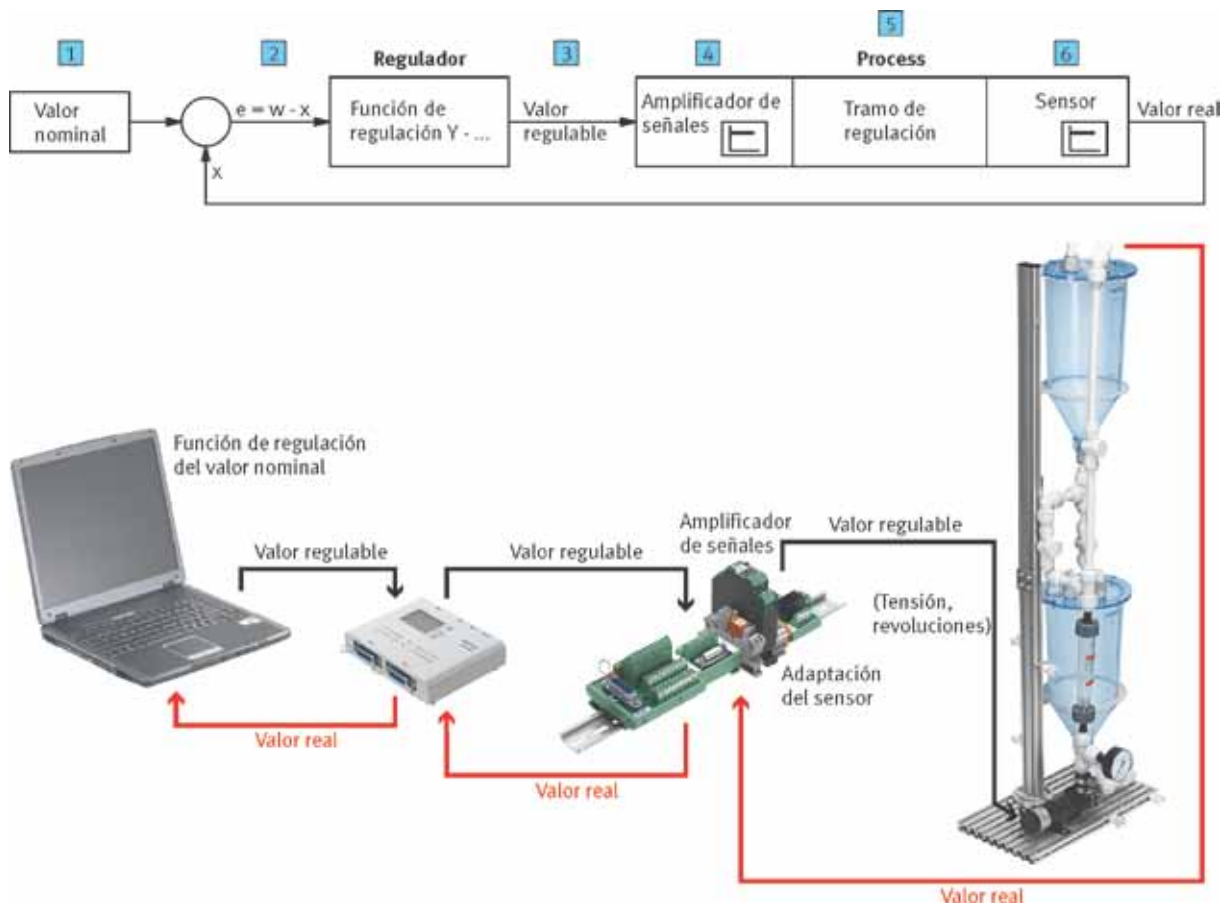
1. Informaciones básicas

1.1 Técnica de regulación asistida por ordenador

Información

Considerando lo aprendido al tratar los sistemas de regulación manual, a continuación se abordará el tema de la regulación automática. Recurriendo a diversos ejemplos prácticos, usted adquirirá los conocimientos básicos esenciales en relación con la regulación asistida por ordenador.

Todos los circuitos de regulación tienen un tramo de regulación y un regulador.



- 1 Definición del valor nominal
- 2 Diferencia de regulación = valor nominal – valor real
La diferencia de regulación se determina con la función de regulación y la señal del valor regulable (valor de ajuste) se transmite al tramo de regulación. La función de regulación suele determinarse y procesarse con un software.
- 3 Valor regulable
- 4 El valor regulable debe ajustarse de tal manera que el actuador reciba una señal para que pueda funcionar.
- 5 El tramo de regulación (por ejemplo, el nivel de llenado) se modifica con el valor regulable (valor de ajuste).
- 6 Se mide el valor real en el tramo de regulación y la señal correspondiente se reenvía a la posición (2).
En la mayoría de los casos, es necesario convertir el valor real por medios electrónicos.

Los datos que determinan el funcionamiento del regulador, se procesan cíclicamente en el software del PC o del PLC, lo que significa que el proceso pasa continuamente por las posiciones (2) hasta (6).

Ejemplos de tramos de regulación

- Mantener constante el nivel de llenado en un depósito
- Modificar y mantener la temperatura en una habitación
- Mantener las revoluciones del motor a un determinado nivel
- Avanzar con precisión hasta una determinada posición en un eje
- Mantener constante la presión en las tuberías

Tipos de reguladores

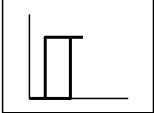
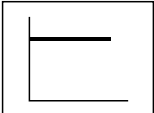
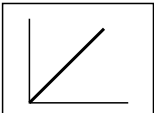
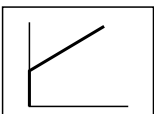
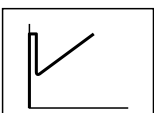
- Reguladores discontinuos

En este tipo de reguladores, el valor regulable sólo puede ser ON y OFF. Por ejemplo reguladores de dos posiciones

- Reguladores continuos

En el caso de los reguladores continuos, el valor de regulación puede ajustarse de manera continua. Por ejemplo, regulador PID

En la técnica de regulación clásica se distingue entre los siguientes tipos de reguladores, según la finalidad del valor regulable (explicación simplificada).

Regulador	Símbolo	Finalidad del valor regulable según la función de regulación
Regulador de dos posiciones		El valor regulado se compara con un valor límite superior y con un valor límite inferior.
Regulador P		Aplicación de un factor a la diferencia de regulación.
Regulador I		Aplicación de un factor a la suma de las diferencias de regulación.
Regulador PI		Combinación de un regulador P y un regulador I.
Regulador PID		En la parte D se determina el valor regulable aplicando un factor de tiempo, durante el que se modifica la diferencia de regulación.

Objetivos didácticos técnicos

Los estudiantes aprenderán lo siguiente:

- Modificar el sistema de accionamiento eléctrico para obtener un sistema de accionamiento mediante PC
- Ajustar y adaptar señales de sensores
- Efectuar mediciones concretas con el PC
- Distinguir entre diversos tipos de reguladores y conocer el comportamiento de circuitos de regulación
- Utilizar sistemas discontinuos y continuos de regulación en aplicaciones de medición, control y regulación automáticas
- Saber utilizar un PC con software FluidLab® PA a modo de equipo de control y regulación

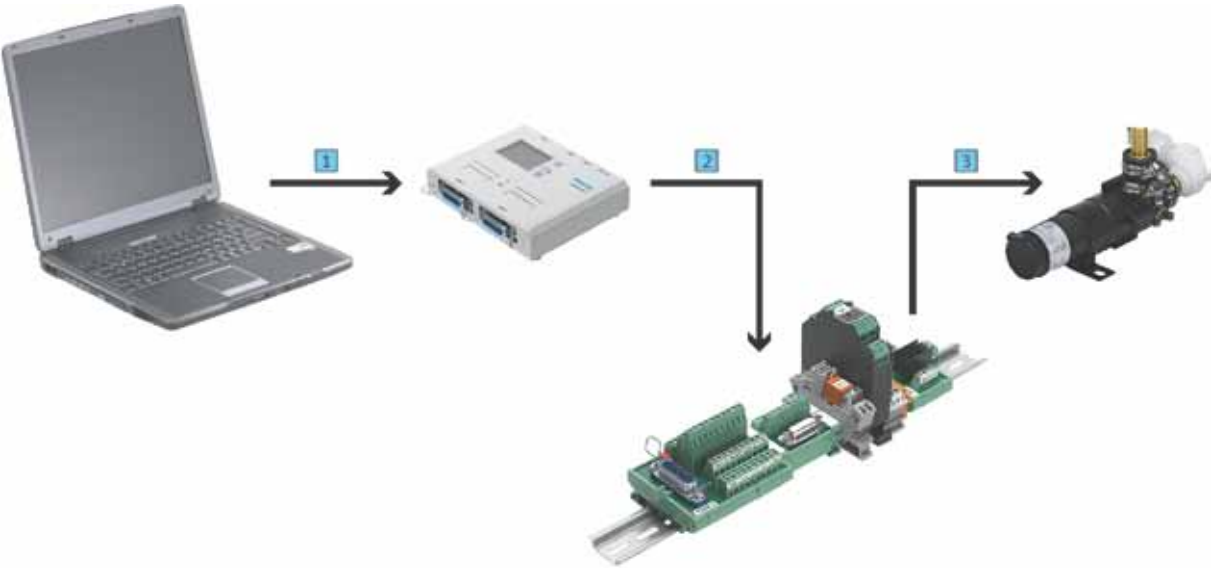
1.2 Modificación del equipo para la medición, control y regulación automatizados

Información

Al igual que el equipo explicado en el capítulo «Medición, control y regulación. Soluciones manuales», el equipo utilizado para realizar los experimentos de este capítulo también tiene un panel de mando. Para que sea posible transmitir señales a través de la interface EasyPort del PC, es necesario efectuar algunas modificaciones en el equipo. El panel de mandos que se aprecia en la fotografía ya no es necesario para realizar los experimentos del capítulo dedicado a las soluciones automáticas de medición, control y regulación.



Recurriendo al ejemplo del accionamiento de una bomba, se explicará a continuación la configuración necesaria para las soluciones automáticas de medición, control y regulación.



Tipo de accionamiento	1	2	3
Accionamiento digital ON/OFF de la bomba	PC envía BIT3 al EasyPort	EasyPort genera una señal de tensión (relé) de 0 ó 24 V	El motor funciona con sus revoluciones máximas nominales al aplicarse una tensión de 24 V
Accionamiento analógico	PC emite un valor decimal (por ejemplo, doble palabra), que tiene una tensión entre 0 y 10 V	EasyPort genera una señal de control de 0 ... 10 V	El regulador del motor amplifica la señal de 0 ... 24 V. El motor modifica sus revoluciones continuamente

Tarea

El equipo se conecta a un terminal E/S montado en fábrica. Ejecute las modificaciones necesarias de acuerdo con la siguiente descripción:

1. Desconecte la alimentación de tensión
2. Desconecte el cable de laboratorio provisto de conector para la válvula de seguridad
3. Desconecte la bomba
4. Desmonte el panel de mando que está fijado al perfil



Equipo con panel de mando



Equipo sin panel de mando

5. Efectúe el montaje del terminal E/S en el perfil



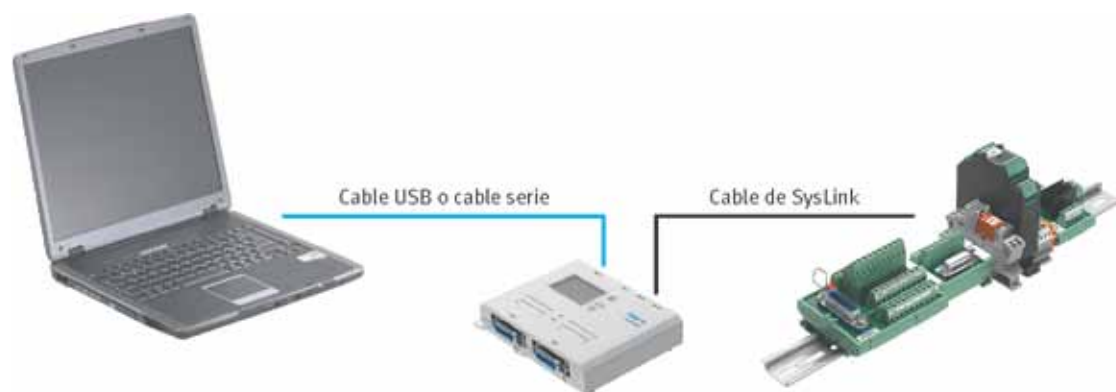
Para el funcionamiento con un PLC o un PC y EasyPort, es necesario disponer de varios módulos para el procesamiento de las señales de medición y para el accionamiento de los actuadores.

Módulo	Imagen	Descripción
Convertidor F/U para el sensor de caudal		Según el caudal, el sensor de caudal emite una señal con frecuencia (F) desde 40 hasta 1.200 Hz. En el convertidor F/U, esta señal se transforma en una señal analógica de tensión (U) de 0...10 V.
Regulador del motor		El valor analógico regulable de 0...10 V proveniente del EasyPort o de un PLC, se amplifica hasta un nivel determinado de intensidad eléctrica, entre 0 y 24 V. Para que el funcionamiento sea seguro, deberá limitarse la intensidad.

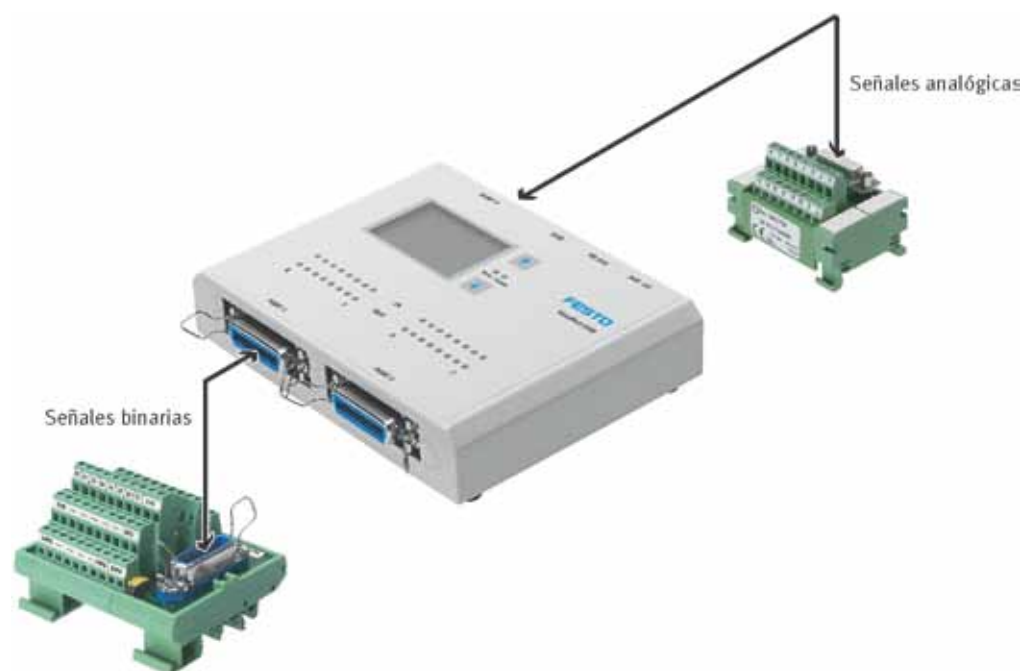
Módulos en el terminal E/S

En la colección de hojas de datos en el CD-ROM se ofrecen informaciones más detalladas.

6. Conecte el EasyPort con el terminal E/S utilizando el cable SysLink
7. Conecte el EasyPort al PC (puerto USB o conexión serie)



8. Conecte una fuente de alimentación de 24 V
9. Conecte las salidas de señales analógicas y binarias de el terminal E/S al EasyPort



10. Instale el software

- Instale el controlador EasyPort que se encuentra en el CD-ROM
- Instale FluidLab® PA



11. Compruebe el funcionamiento

- Aplique tensión en el EasyPort
- Inicie el software FluidLab® PA

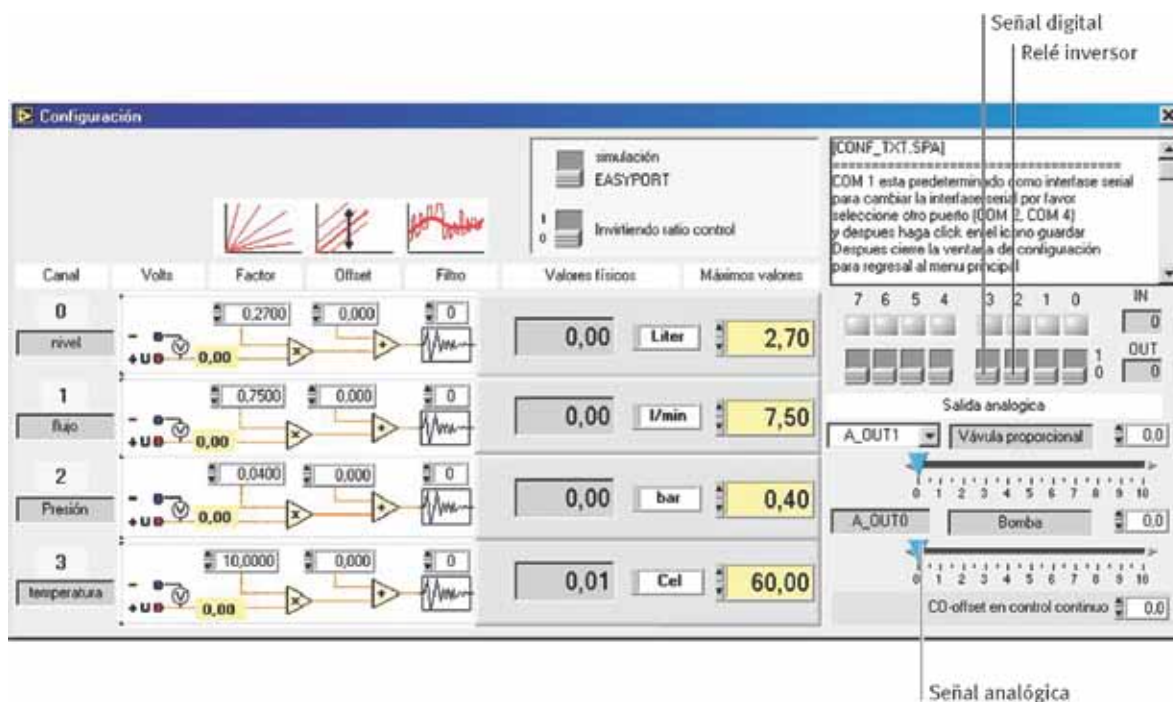
Nota

Tras la puesta en funcionamiento, se indica si fue posible establecer la comunicación.

Si no fue posible, compruebe las conexiones del equipo. Si aún así no es posible establecer la comunicación, finalice el software y retire el conector del puerto USB. Transcurridos 5 segundos, vuélvalo a conectar. Inicie nuevamente el software.

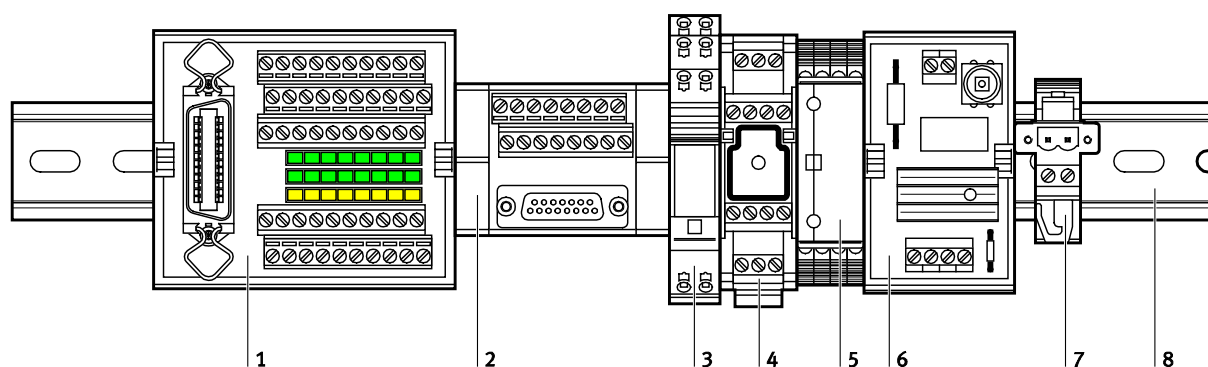
12. Seleccione el menú «Ajustes»

En este menú puede activar las salidas.



13. Ocupación de las entradas y salidas en el terminal E/S:

Nombre	Componente	Identificación abreviada	Nota
Salida digital 0	Válvula de bola de 2 vías, de accionamiento neumático	A0	Reposición por muelle
Salida digital 2	Relé	A2	Relé = 0 Funcionamiento binario de la bomba Relé = 1 Funcionamiento analógico de la bomba (0...10 V)
Salida digital 3	Bomba	A3	
Salida analógica 0	Bomba	AOUT 1	
Entrada analógica 0	Nivel de llenado (sensor de ultrasonido)	AIN 0	
Entrada analógica 1	Sensor de caudal	AIN 1	
Entrada analógica 2	Sensor de presión	AIN 2	



1 Terminal E/S

2 Terminal analógico

3 Relé

4 Regulador del motor

5 Convertidor de señales de medición

6 Limitador de la intensidad de arranque

7 Borne del motor

8 Perfil DIN

Esquema completo del montaje

2. Medición automática

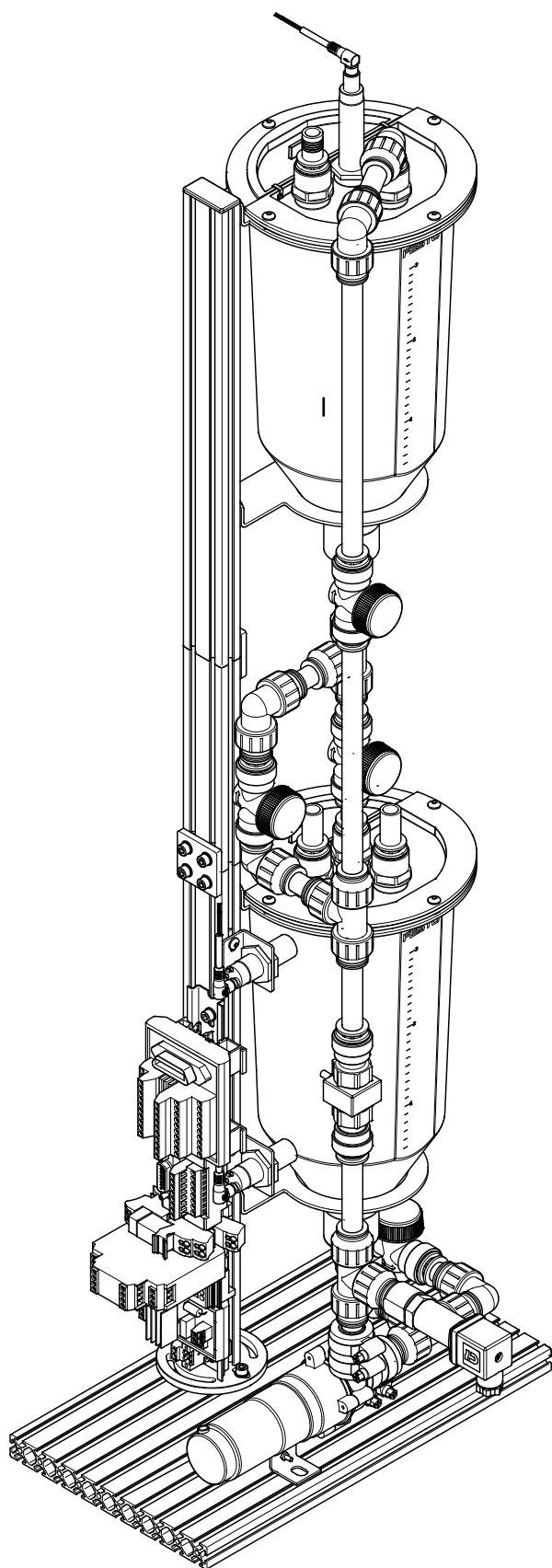
■ 2.1 Tarea del proyecto: Filtración de agua de piscinas

■ 2.1.1 Descripción de la tarea

Dependiendo del montaje del equipo, puede utilizarse la bomba para bombear agua al depósito inferior B101 o al depósito superior B102.

La bomba puede conectarse y desconectarse con 0 y 24 V de tensión (salida 3). A modo de alternativa, puede funcionar con regulación continua de 0...10 V (salida analógica 0). El regulador del motor amplía la señal de control.

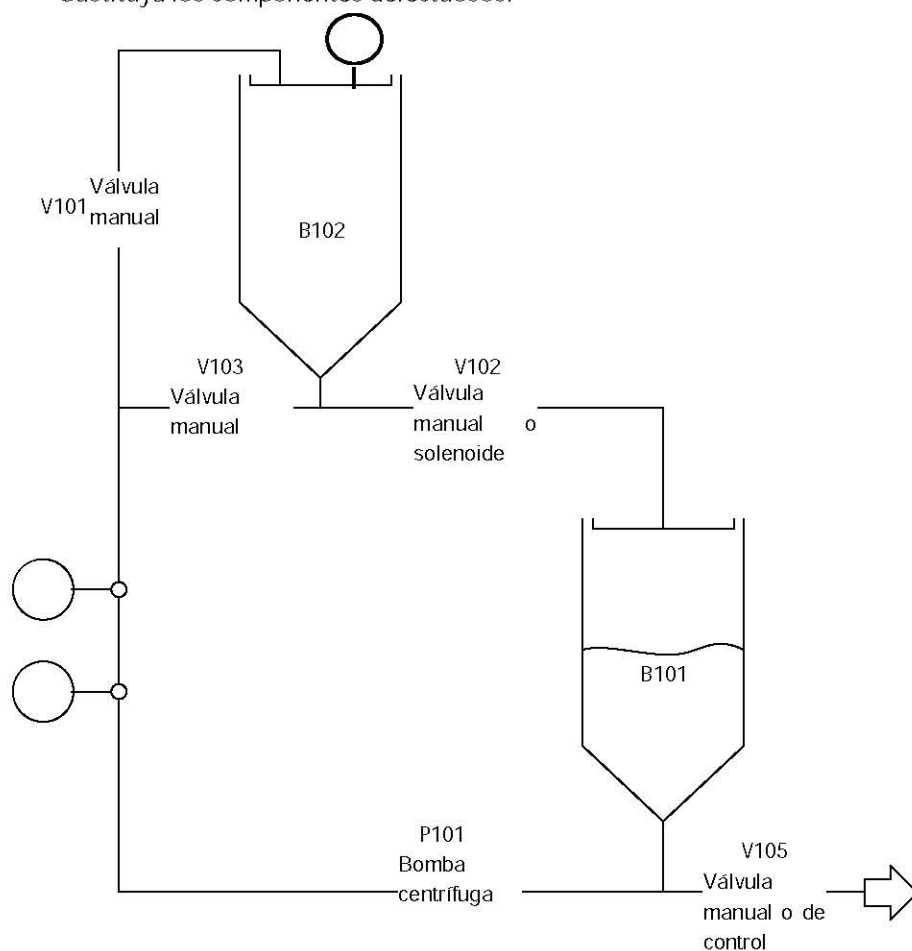
Para cambiar de modalidad de accionamiento (binario o analógico), se dispone de un relé (salida 2).



Tarea

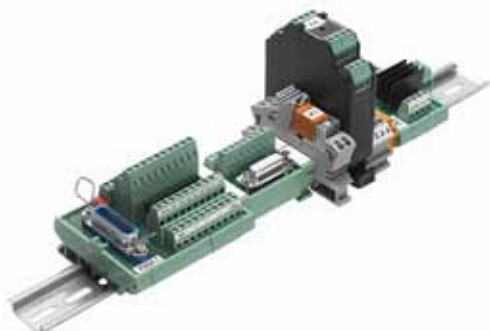
En el siguiente experimento se conecta la bomba y se controla su funcionamiento. Para esta prueba de funcionamiento es suficiente bombear agua únicamente al depósito inferior B101.

- Efectúe el montaje del equipo con un solo depósito, tal como se indica en el capítulo 1.1.1 de la parte A.
- Efectúe el montaje según el diagrama que incluye tuberías e instrumentos.
- Antes de la puesta en funcionamiento, revise el funcionamiento y la estanquidad todos los componentes y tubos.
- Sustituya los componentes defectuosos.



2.1.2 Preparación del equipo. Control

- Monte la bomba en el terminal E/S. La ocupación de los contactos consta en el esquema de distribución incluido en el CD-ROM.

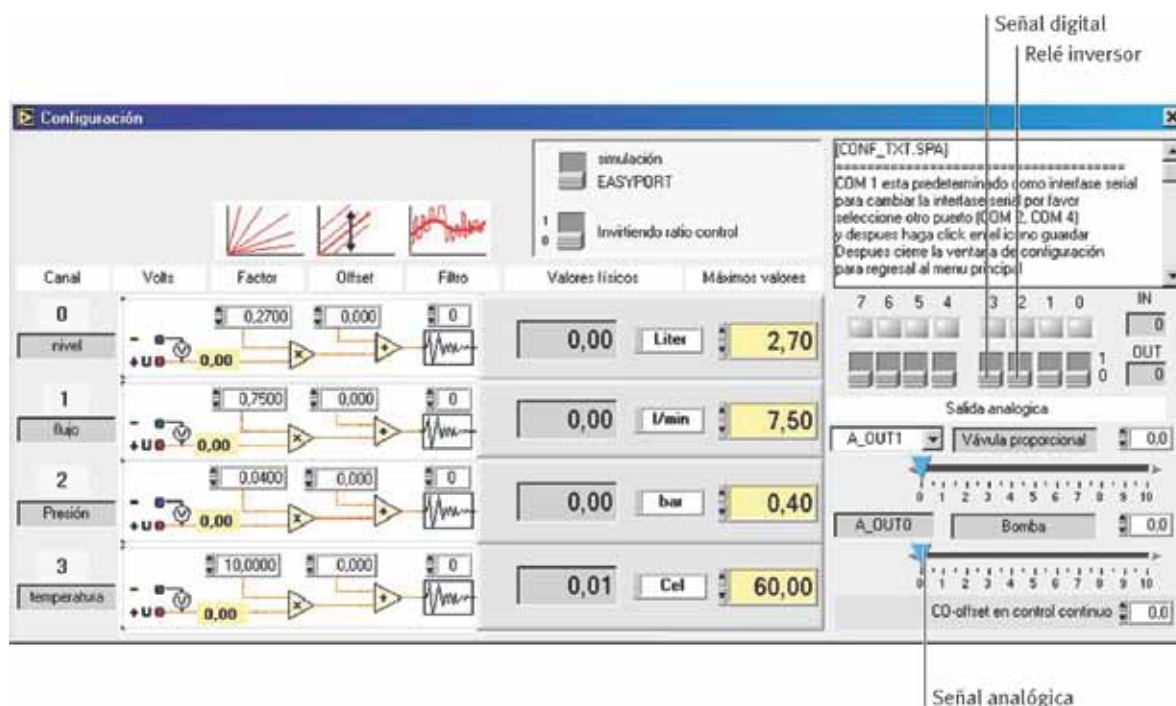


- Ajuste del circuito de agua (ver diagrama de flujo)

Nota

El tubo que lleva hacia el depósito B102 debe estar bloqueado o provisto de una válvula que debe estar cerrada. Cierre las válvulas V101 y V105, abra las válvulas V102 y V103.

- Llene el depósito B101 aproximadamente hasta la mitad
- Conecte la fuente de alimentación de 24 V
- Encienda la fuente de alimentación
- Inicie el software (FluidLab® PA)
- Abra el menú de «Ajustes» y active los botones que correspondan para utilizar el equipo (ver siguiente imagen)



■ 2.1.3 Experimento: funcionamiento de la bomba aplicando diversas tensiones

- Ajuste uno tras otro los valores que constan en la siguiente tabla y apunte sus observaciones en el espacio previsto para ello en la tabla.

Nº	Salidas digitales		Salidas analógicas (ajustar con los botones en el menú)	Bomba (observación del comportamiento de la bomba)
1	A3 = ON	A2 = OFF	0 V	
2	A3 = ON	A2 = ON	0 V	
3	A3 = OFF	A2 = ON	4 V	
4	A3 = OFF	A2 = ON	8 V	
5	A3 = OFF	A2 = ON	10 V	

■ 2.2 Tarea del proyecto: trasvase y medición de la presión

■ 2.2.1 Descripción de la tarea

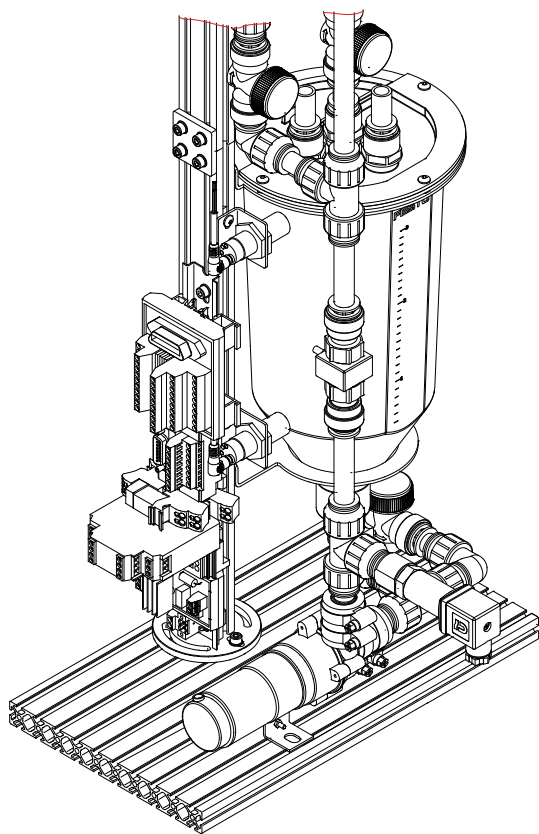
En sistemas de fluidos, la presión es muy importante. En la práctica, la presión cambia debido a las reacciones que se producen en la mezcla de los líquidos, debido a la presencia de filtros o a causa de operaciones de trasvase. Por ello siempre es necesario conocer la presión y guardar los datos correspondientes. En vez de utilizar un manómetro se emplea un sensor de presión para que el ordenador pueda interpretar las señales. Los sensores de presión suelen funcionar con 24 V DC y emiten una señal analógica de tensión entre 0 y 10 V, proporcional a la presión.

El sensor de presión deberá medir la presión justo detrás de la bomba. Según la hoja de datos el sensor mide un margen de presión desde 0 hasta 400 mbar y emite una señal de tensión de 0...10 V.



■ 2.2.2 Preparación del equipo. Control

- Desconecte el equipo y retire el conector de la fuente de alimentación
- Evacúe el agua a través de la válvula V105
- Monte el sensor de presión detrás de la bomba



- Establezca las conexiones eléctricas del sensor de presión de acuerdo con el esquema de distribución eléctrico (CD-ROM)
- Posición de las válvulas: V101 y V105 cerradas, V102 y V103 abiertas. Retire el tubo que lleva hacia el depósito B102. Coloque un tapón ciego en el extremo del tubo o monte una válvula de cierre en la entrada inferior del depósito. En ese caso cierre la válvula.
- Vierta agua en el depósito
- Inicie el software
- Ajuste la presión en el menú de ajustes
- Determine el factor y el offset: cálculo del valor físico indicado:

Valor físico = Tensión del sensor · Factor + Offset

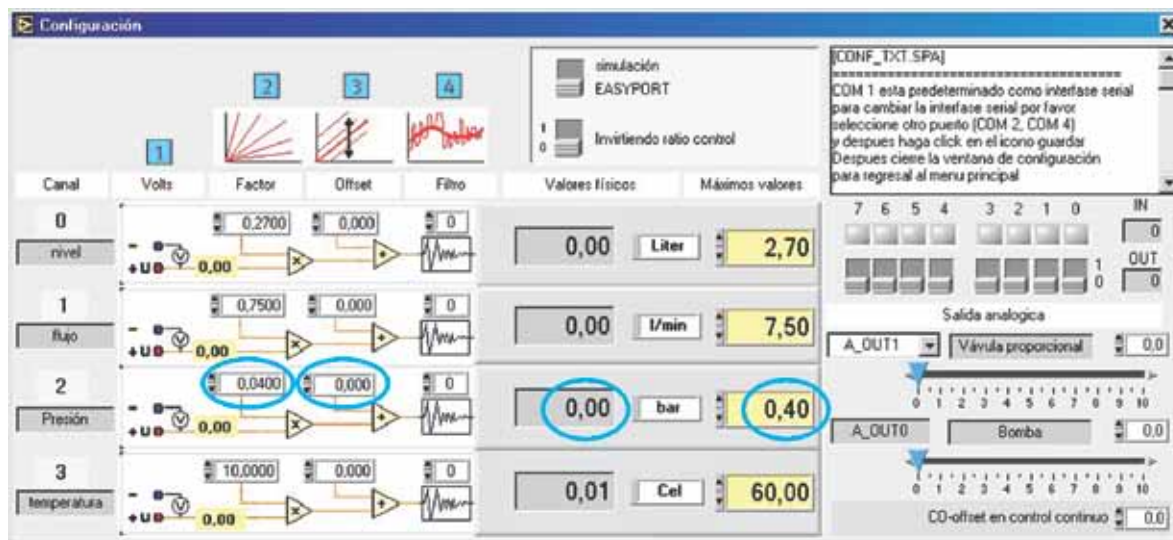
Si desea obtener la indicación en bar, el factor se calcula de la siguiente manera:

Datos del sensor: margen de presión 0...0,4 bar, margen de tensión 0...10 V.

$$\text{Factor} = \frac{0,4\text{bar}}{10\text{V} - 0\text{V}} = 0,04$$

Ajuste predeterminado del canal de la presión:

Factor = 0,04 y Offset = 0,0 (ver gráfica)



- 1 Tensión entregada por el sensor 2 Factor 3 Offset
- 4 Es posible filtrar la señal (atenuación de la señal). Cuanto mayor es el número, tanto mayor es la atenuación.

Para que las escalas se representen correctamente en los diagramas, es importante incluir los valores físicos máximos y las correspondientes unidades (ver las dos columnas de la derecha de la toma de la imagen de pantalla).

Tarea

Un sensor de presión emite una señal de 2...10 V si el margen de presión es de 0...10 bar.

- Calcule el factor y el offset.

$$\text{Factor} = \frac{\text{Valor final}}{\text{Tensión final} - \text{Tensión inicial}} =$$

$$\text{Offset} = -\text{Factor} \cdot \text{Tensión inicial} =$$

■ 2.2.3 Experimento: medición con sensor de presión

- Active la bomba con las tres tensiones. Observe y documente la indicación de la presión en el software.

Nº	Salidas digitales		Salidas analógicas (ajustar con el botón en el software)	Presión indicada (lectura)
1	A3 = ON	A2 = OFF	0 V	
2	A3 = OFF	A2 = ON	5 V	
3	A3 = OFF	A2 = ON	10 V	

■ 2.3 Tarea del proyecto: medición del caudal

■ 2.3.1 Descripción de la tarea

Lectura del caudal volumétrico de la bomba con un sensor de caudal. El líquido atraviesa el aparato de medición, accionando la rueda de paletas. Esta rueda lleva un sensor inductivo que genera pulsos. Estos pulsos se transforman mediante un convertidor F/U para obtener una tensión que es proporcional al caudal. Considerando un caudal de 0...7,5 litros/min., el sensor de caudal emite una señal de 0...10 V.



■ 2.3.2 Preparación del equipo. Control

- Desconecte el equipo y retire el conector de la fuente de alimentación
- Evacúe el agua a través de la válvula V105
- Monte el sensor de caudal detrás de la bomba
- Conecte el sensor de caudal según esquema eléctrico (ver CD-ROM)
- Vierta agua en el depósito
- Inicie el software, abra el menú de ajustes
- Ajuste el factor y el offset. Cálculo del valor físico:

Valor físico = Tensión del sensor · Factor + Offset

Indicación del caudal en litros/min. Factor = 0,75, Offset = 0

■ 2.3.3 Experimento: medición con caudalímetro

- Modifique nuevamente las revoluciones de la bomba ajustando tres tensiones y apunte lo que indica el indicador de caudal del software.

N°	Salidas digitales		Salidas analógicas (ajustar con los botones en el menú)	Indicador de caudal (observación del comportamiento del medidor de caudal)
1	A3 = ON	A2 = OFF	0 V	
2	A3 = OFF	A2 = ON	5 V	
3	A3 = OFF	A2 = ON	10 V	

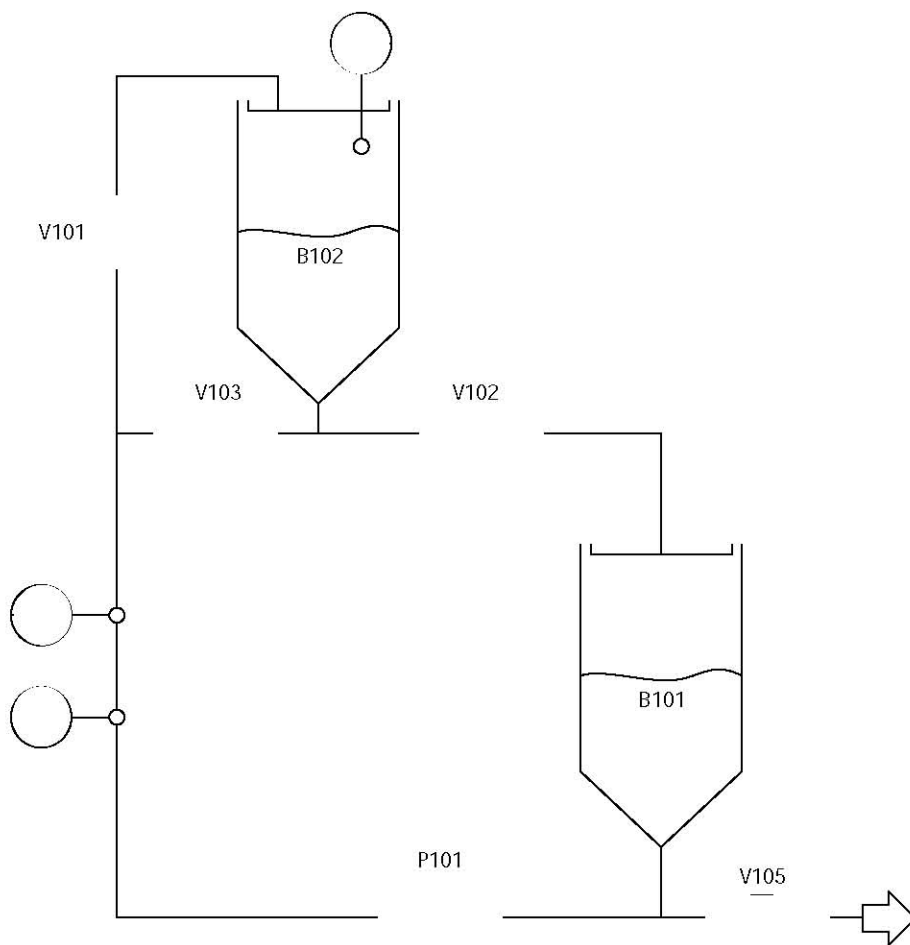
■ 2.4 Tarea del proyecto: determinar el nivel de llenado en el depósito superior

■ 2.4.1 Descripción de la tarea

El sensor de ultrasonido mide distancias y puede utilizarse para medir el nivel de llenado. Se produce una refracción de las ondas ultracortas en la superficie del agua. Suponiendo una distancia de 50...270 mm, el sensor emite una señal de 0...10 V. El sensor de ultrasonido se monta en la tapa del depósito superior B102 para medir el nivel de llenado en dicho depósito.



■ 2.4.2 Preparación del equipo. Control



- Efectúe el montaje del depósito superior B102 y monte los tubos de acuerdo con el diagrama de flujo
- Monte el sensor de ultrasonido en el depósito superior
- Conecte el sensor de ultrasonido según el esquema de distribución eléctrico (CD-ROM)
- Ajuste las válvulas de tal manera que el líquido pueda bombearse hacia el depósito superior:
V101 abierta, V103 abierta, V102 abierta aproximadamente 5 %
- Inicie el software y abra el menú de ajustes
- Ajuste el factor y el offset

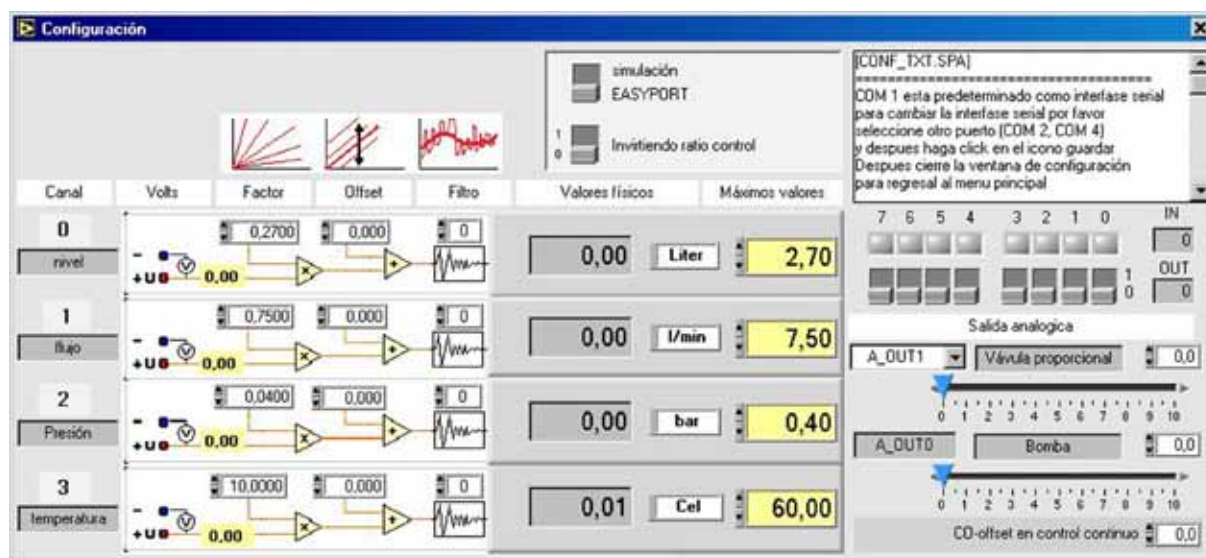
Cálculo del valor físico:

Valor físico = Tensión del sensor • Factor + Offset

Dependiendo de la magnitud física que se elija, el factor y el offset se incluyen de la siguiente manera:
Con una señal del sensor de 0...3 litros y una tensión de 0...10 V, se aplica lo siguiente:

Nivel de llenado en litros Factor = 0,27 Offset = 0,0

Nivel de llenado en mm Factor = 22 Offset = 0,0



Nota

La señal emitida por el sensor es de 0...2,7 litros, lo que corresponde a 0...10 V. Considerando que el depósito es cónico en la parte inferior, la medición deberá iniciarse solo a partir de su parte cilíndrica, lo que significa que en este ejemplo no se tienen en cuenta los primeros 0,5 litros.

2.4.3 Experimento: medición del nivel de llenado con sensor de ultrasonido

- Llene el depósito superior B102 según lo indicado en la tabla y apunte lo que usted observa.
- Complete la tabla.

N°	Salidas digitales		Depósito B102 Sensor de nivel de llenado (litros)	Resultado observado
1	A3 = OFF	A2 = OFF	Vacío =	
2	A3 = ON	A2 = OFF	aprox. medio lleno = 100% lleno =	
3	A3 = OFF	A2 = OFF		