

DE LORENZO

Always leading the pack

**UNIDAD CONTROL
DE PROCESO
Y TRANSDUCTORES
DL 2314**

Laboratorio de automatizacion



Página blanca

INDICE

Unidad Didáctica 1	Sensor de nivel	Pag.	1
Unidad Didáctica 2	Características del motor de la bomba	Pag.	7
Unidad Didáctica 3	Características de la bomba	Pag.	13
Unidad Didáctica 4	Características del proceso estatico	Pag.	19
Unidad Didáctica 5	Constante de tiempo del proceso	Pag.	25
Unidad Didáctica 6	Control ON-OFF del nivel	Pag.	31
Unidad Didáctica 7	Control ON-OFF del nivel con "SOL VALVE"	Pag.	39
Unidad Didáctica 8	Control ON-OFF del nivel con "FLOAT SWITCH"	Pag.	47
Unidad Didáctica 9	Control proporcional del nivel con anillo cerrado	Pag.	53
Unidad Didáctica 10	Control proporcional-integral del nivel con anillo cerrado	Pag.	61
Unidad Didáctica 11	Control proporcional-derivativo del nivel con anillo cerrado	Pag.	69
Unidad Didáctica 12	Control proporcional-integral-derivativo del nivel con anillo cerrado	Pag.	77
Unidad Didáctica 13	Sensor de capacidad	Pag.	83
Unidad Didáctica 14	Control proporcional de la capacidad con anillo cerrado	Pag.	91

Unidad Didáctica 15	Control proporcional-integral de la capacidad con anillo cerrado	Pag.	97
Unidad Didáctica 16	Control proporcional-derivativo de la capacidad con anillo cerrado	Pag.	103
Unidad Didáctica 17	Control proporcional-integral-derivativo de la capacidad con anillo cerrado	Pag.	109
Unidad Didáctica 18	Sensor de temperatura	Pag.	115
Unidad Didáctica 19	Medida de las características del calentador	Pag.	121
Unidad Didáctica 20	Control ON-OFF de la temperatura	Pag.	129
Unidad Didáctica 21	Control proporcional de la temperatura con anillo cerrado	Pag.	137
Unidad Didáctica 22	Control proporcional-integral de la temperatura con anillo cerrado	Pag.	143
Unidad Didáctica 23	Control proporcional-derivativo de la temperatura con anillo cerrado	Pag.	151
Unidad Didáctica 24	Control proporcional-integral-derivativo de la temperatura con anillo cerrado	Pag.	159
Unidad Didáctica 25	Sensor de presión	Pag.	165
Unidad Didáctica 26	Sensor de presión como sensor de nivel	Pag.	171
Unidad Didáctica 27	Control ON-OFF del nivel con sensor de presión	Pag.	177

UNIDAD DIDACTICA 1

SENSOR DE NIVEL

- **OBJETIVOS :**
 - Determinar las características del transformador diferencial como transductor de posición.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimientos de las principales magnitudes físicas.
 - Definición de señal analógico.
 - Principio de funcionamiento del transformador diferencial.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Después de haberse asegurado que se conocen los prerrequisitos. entrega a los alumnos la Ficha 1.1 que representa el conjunto de cables del sensor de nivel con la respectiva interface (fig. 1.1 y fig. 1.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación de la manivela en sentido antihorario).

- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).

- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.

- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).

- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).

- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â Nivel de agua en el depósito (PROCESS TANK) 6 cm.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante los cables, el casquillo 1 del Sensor de Nivel al casquillo 1 de la correspondiente interface y el casquillo 2 al casquillo 2 (ficha 1.1 fig. 1.1).
- 2) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 del Interface de Nivel y el otro en el casquillo de masa (ficha 1.1 fig. 1.1).
- 3) Conectar el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1, el casquillo 19 al 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 1.1 fig. 1.2).
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Poner en marcha la bomba regulando la tensión en SET POINT 1 y alcanzar con el nivel del agua del depósito PROCESS TANK los 8 cm. de altura.
- 6) Una vez alcanzado el nivel, parar la bomba poniendo en 0 V el valor de tensión del SET POINT 1.
- 7) Rebajar gradualmente el nivel del agua en el depósito, girando en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE, hasta los 6 cm. de altura.
- 8) Comprobar que el valor de tensión, leído en el voltímetro, corresponda a 0 V, si así no fuera, regular el trimmer OFFSET hasta obtener el valor deseado: de esta forma fijaremos el punto mínimo de trabajo del Sensor de Nivel.
- 9) Arrancando la bomba, aumentar el nivel del agua hasta los 16 cm.
- 10) Parar la bomba y verificar que el valor de tensión leído corresponda a 10 V porque si así no fuera habrá que regular el trimmer GAIN hasta obtener el valor deseado.
- 11) Comprobar que los valores de tensión y de nivel sean los correctos, repitiendo las operaciones del punto 7.
- 12) Vaciar lentamente el depósito hasta alcanzar todos los valores de nivel vistos en la tabla 1.1 y anotar, para cada uno de ellos, el valor de tensión correspondiente.
- 13) Poner en OFF el interruptor general.
- 14) Desmontar todas las conexiones.
- 15) Representar la característica del sensor de nivel en la figura 1.3.

Nivel (cm)	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Tensión (V)											

TABLA 1.1

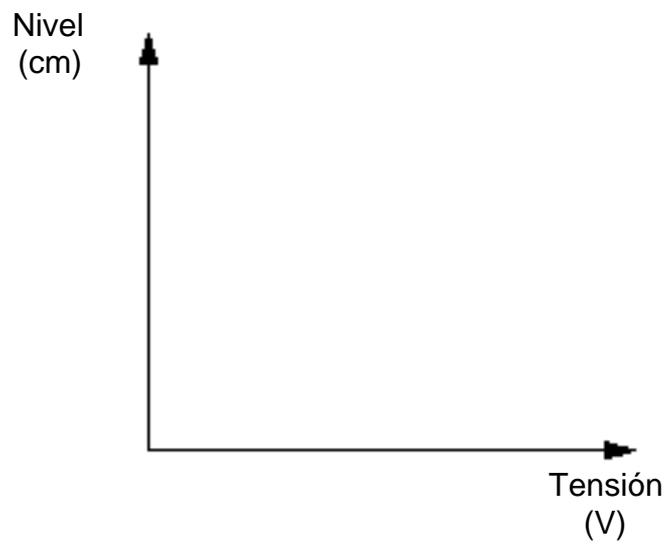


Fig. 1.3

FICHA 1.1

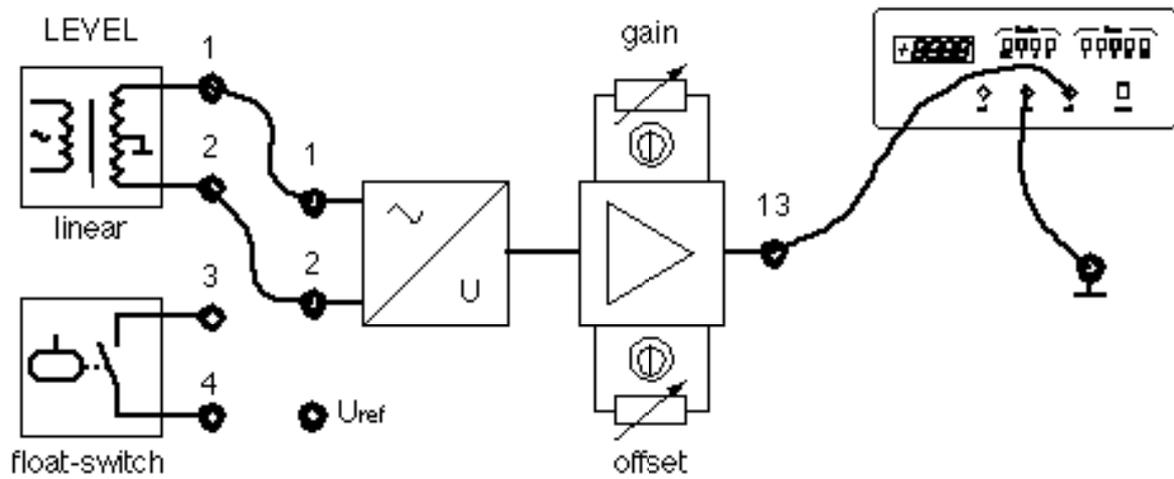


Fig. 1.1

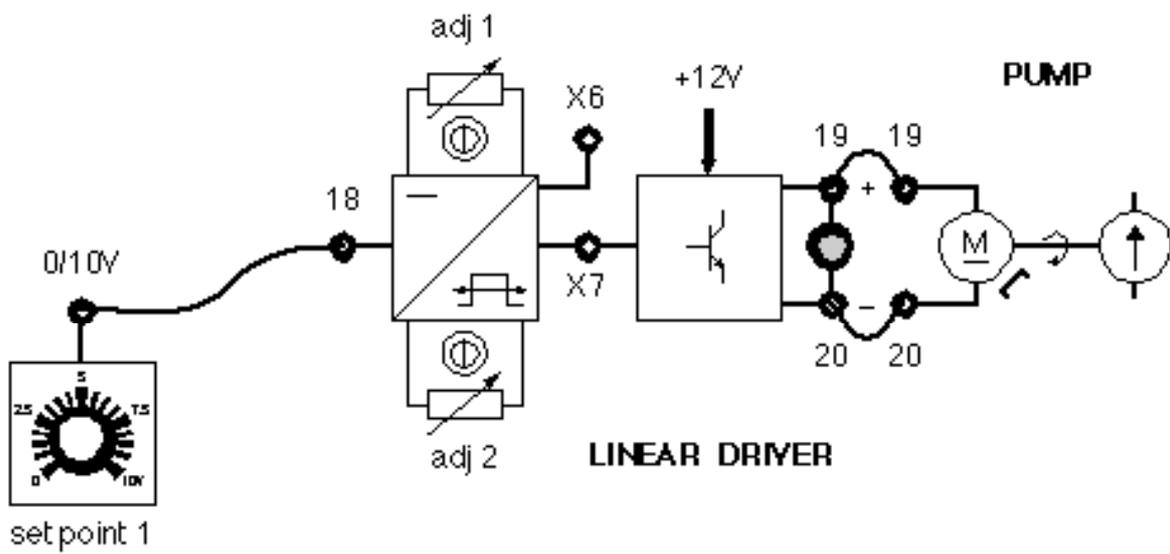


Fig. 1.2

UNIDAD DIDACTICA 2

**CARACTERISTICA DEL MOTOR
DE LA BOMBA**

- **OBJETIVOS :**
 - Efectuar el Control en PWM (Pulse With Modulation) de un motor c.c.
 - Determinar la característica de la zona muerta de la bomba.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de las principales magnitudes físicas.
 - Definición de señal analógico y digital.
 - Principios de funcionamiento del motor en c.c.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Osciloscopio

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Después de haberse asegurado de que se conocen los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 2.1 que representa las conexiones para el calibrado del LINEAR DRIVER (fig. 2.1 y fig. 2.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso de la interface ON-OFF DRIVER:

- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â DRAIN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).

- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) 6 cm.

- â Manivela SET POINT 1 0 V.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Apretar el interruptor general (ON).
- 2) Conectar el puntal de la sonda del canal CH1 del osciloscopio al casquillo X6 del LINEAR DRIVER y la masa al casquillo de masa (ficha 2.1 fig. 2.1).
- 3) Regular, en la pantalla del osciloscopio, la amplitud de la imagen, seleccionando 5 V/DIV mediante la adecuada manivela.
- 4) Girar la manivela TIME/DIV al valor de 50 microsegundos.
- 5) Poner el selector de tres posiciones (AC - GND - DC) en DC.
- 6) Regular el trimmer ADJ1, girándolo en sentido horario, para obtener una onda triangular igual a 10 Vpp (ficha 2.1 fig. 2.2).
- 7) Regular el trimmer ADJ2, girándolo en sentido antihorario, hasta que alcance el máximo de la triangular en 0 V (ficha 2.1 fig. 2.2).
- 8) Colocar la sonda del osciloscopio en el casquillo X7 (ficha 2.1 fig. 2.3).
- 9) Conectar, mediante un cable, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo 0/10 V del SET POINT 1 (ficha 2.1 fig. 2.3).
- 10) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 19 y el otro en el 20 (ficha 2.1 fig. 2.3).
- 11) Regular la tensión entre 0 y 10 V y observar, en la pantalla del osciloscopio, que el ciclo de trabajo (duty cycle) de la señal de onda cuadrada es variable aunque permanezca constante su periodo. La variación de luminosidad del LED y la tensión leída en el multímetro, comprendida entre 0 y 12 V, nos indican que el valor medio de la tensión se tiene que regular.
- 12) Acabada la fase de ensayo de interface y bomba, desconectar los terminales del voltímetro y de la sonda del osciloscopio.
- 13) Conectar el casquillo 19 del interface de salida del LINEAR DRIVER al casquillo 19 de la bomba y el casquillo 20 al 20.
- 14) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 2.1 fig. 2.4).
- 15) Aumentar lentamente la tensión en el SET POINT 1 y anotar el valor de tensión que permite el arranque del motor.
- 16) Disminuir lentamente la tensión en el SET POINT 1 y anotar el valor que permite la parada del motor.
- 17) Repetir las operaciones a partir del punto 15 y verificar que los resultados coincidan: de esta forma habremos determinado la zona muerta de la bomba.
- 18) Poner en OFF el interruptor general.
- 19) Desmontar todas las conexiones.

FICHA 2.1

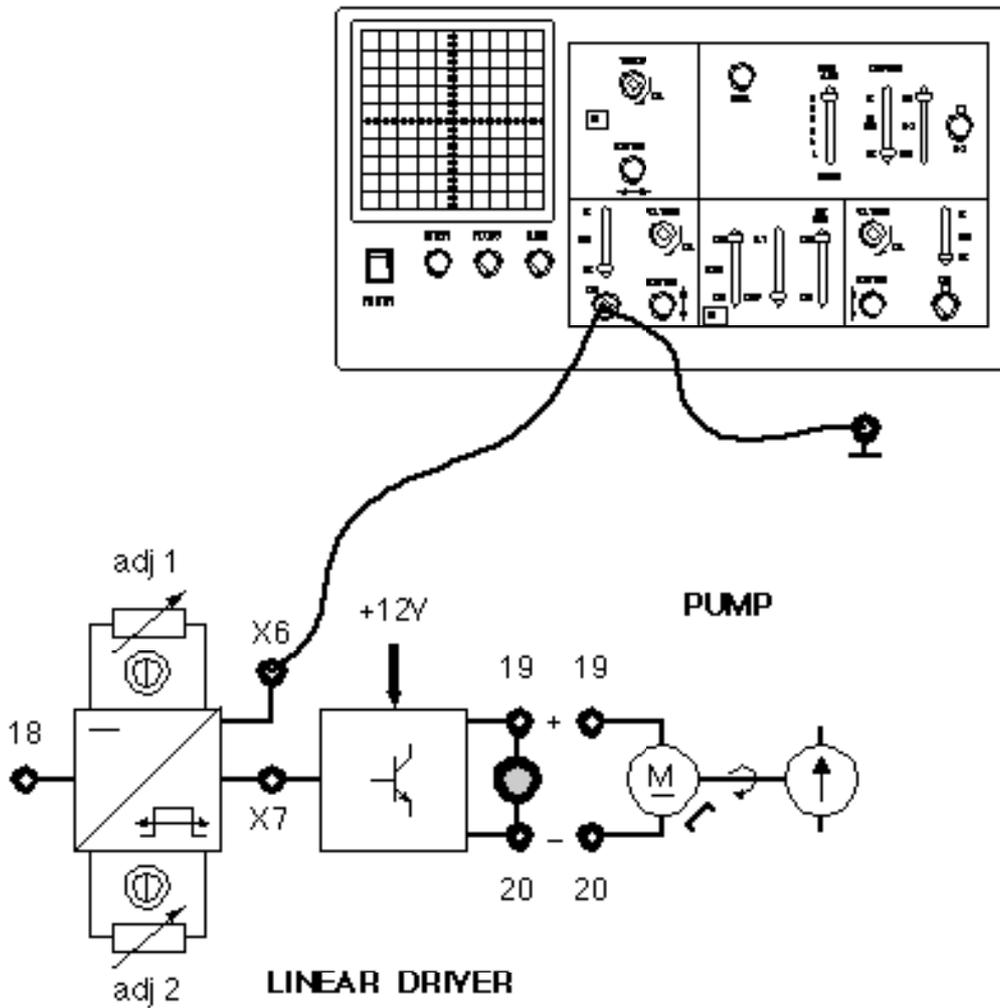


Fig. 2.1

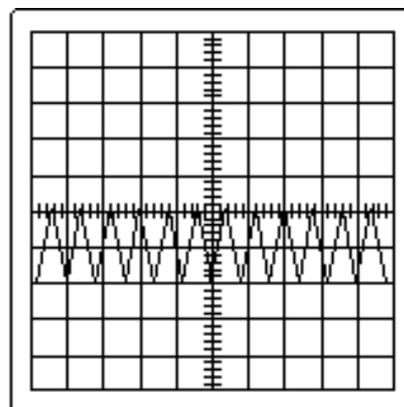


Fig. 2.2

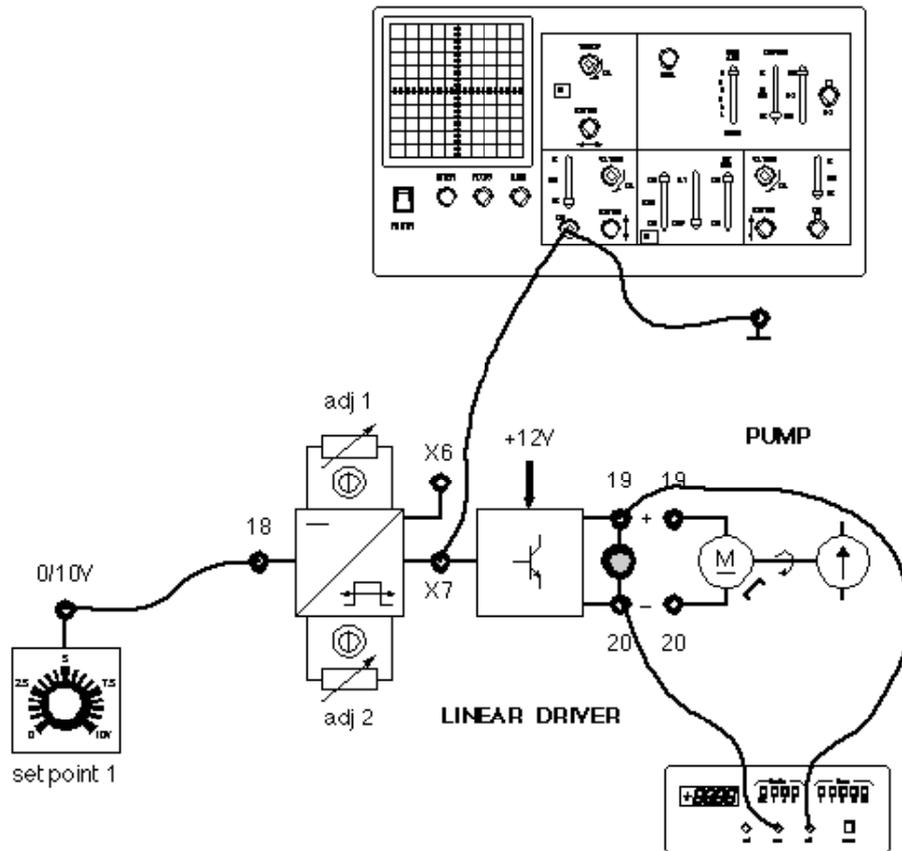


Fig. 2.3

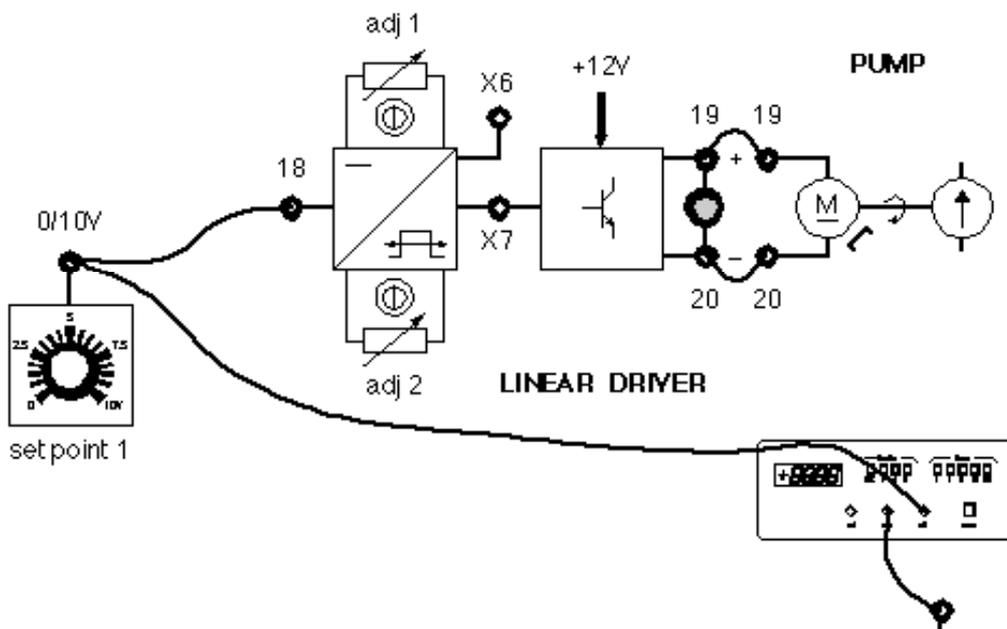


Fig. 2.4

UNIDAD DIDACTICA 3

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA

- **OBJETIVOS :**
 - Medir la velocidad de flujo.
 - Determinar el diagrama de calibración de la bomba.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de las principales magnitudes físicas.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 3.1, que representa el cableado del SET POINT 1 con la interface de la bomba (fig. 3.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON - OFF - DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) 10 cm.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1 y el casquillo 20 al 20 (ficha 3.1 fig. 3.1).
- 2) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 3.1 fig. 3.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Regular la tensión del SET POINT 1 a 3 V.
- 5) Poner en marcha la bomba conectando, mediante un cable, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y contemporáneamente accionar el cronómetro.
- 6) Esperar que el nivel del agua, en el depósito, haya alcanzado 15 cm de altura y parar el cronómetro contemporáneamente con la bomba desconectando el cable del casquillo 19.
- 7) Anotar los valores en la tabla 3.1.
- 8) Rebajar gradualmente el nivel del agua en el depósito, girando en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE, hasta los 10 cm de altura.
- 9) Cerrar las válvulas.
- 10) Repetir el procedimiento a partir del punto 4 para cada valor de tensión nominado en la tabla 3.1 y anotar los resultados.
- 11) Poner en OFF el interruptor general.
- 12) Desmontar todas las conexiones.
- 13) Representar el diagrama de calibración de la bomba en la fig. 3.2.

Tensión aplicada a la bomba (V)		3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen (cm ³)		1202	1202	1202	1202	1202	1202	1202	1202
Tiempo (seg)									
Capacidad (cm ³ /seg)									
Capacidad (litros/h)									

TABLA 3.1

NOTA : *Diámetro del depósito 17,5 cm.
 Volumen del depósito = área de base por altura.
 1 cm³ = 10⁻³ litros.
 1 cm³ = 3,6 litros/h.*

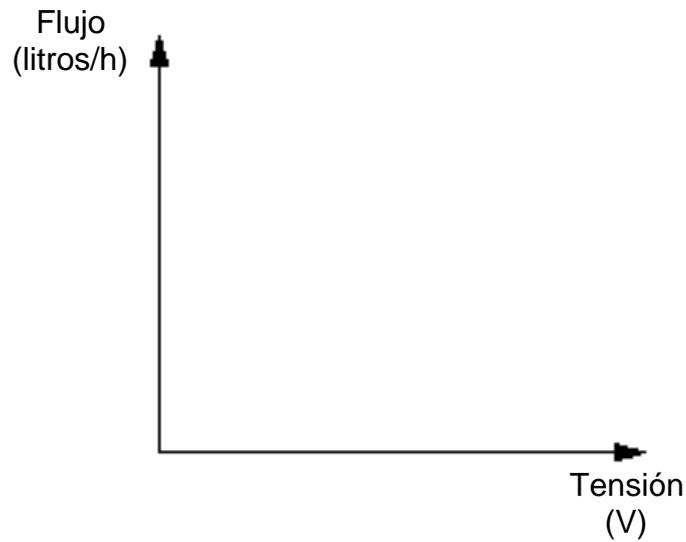


Fig. 3.2

FICHA 3.1

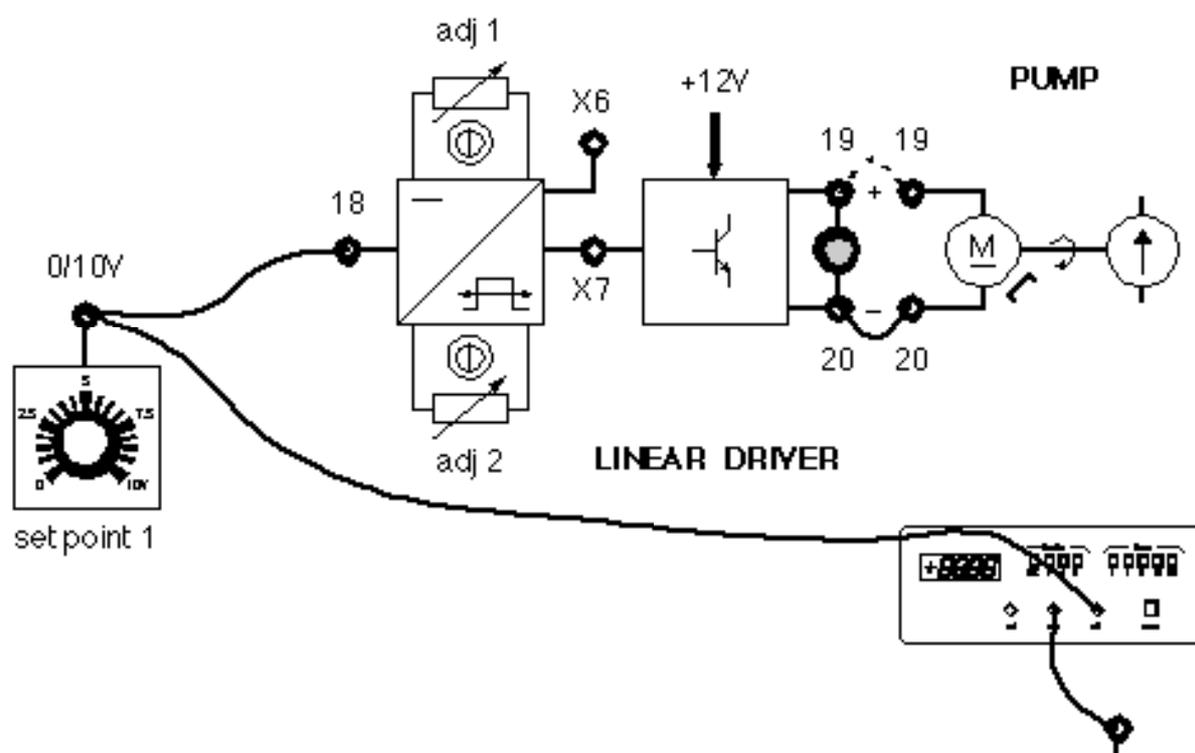


Fig. 3.1

UNIDAD DIDACTICA 4

**CARACTERISTICAS DEL
PROCESO ESTATICO**

- **OBJETIVOS :**
 - Medir la ganancia estática.
 - Determinar el diagrama de la característica de proceso.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de la dinámica de los fluidos.
 - Adquisición de la Unidad Didáctica 3.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez garantizado el conocimiento de los prerequisites, entrega al alumno la Ficha 4.1 que representa el cableado del SET POINT 1 con la interface de la bomba (fig. 4.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON - OFF - DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) 10 cm.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante los cables, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1, el casquillo 19 al 19 y el 20 al 20 (ficha 4.1 fig. 4.1)
- 2) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 4.1 fig. 4.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Arrancar la bomba regulando la tensión en SET POINT 1 a 10 V.
- 5) Esperar a que el nivel del agua haya alcanzado los 15/16 cm de altura.
- 6) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE para mantener el nivel del agua en el depósito a 15/16 cm de altura.
- 7) Esperar que el nivel se haya estabilizado (10/15 minutos).
- 8) Si esto no sucediera, regular de nuevo la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE para mantener el nivel a una altura constante de 15/16 cm.
- 9) Repetir el procedimiento a partir del punto 4 para cada valor de tensión nominado en la tabla 4.1 y anotar los resultados.
- 10) Poner en OFF el interruptor general.
- 11) Desmontar todas las conexiones.
- 12) Representar el diagrama de la característica de proceso en la figura 4.2.

Tensión aplicada a la bomba (V)	10	9	8	7	6				
Capacidad (litros/h)									
Nivel (cm)									

TABLA 4.1

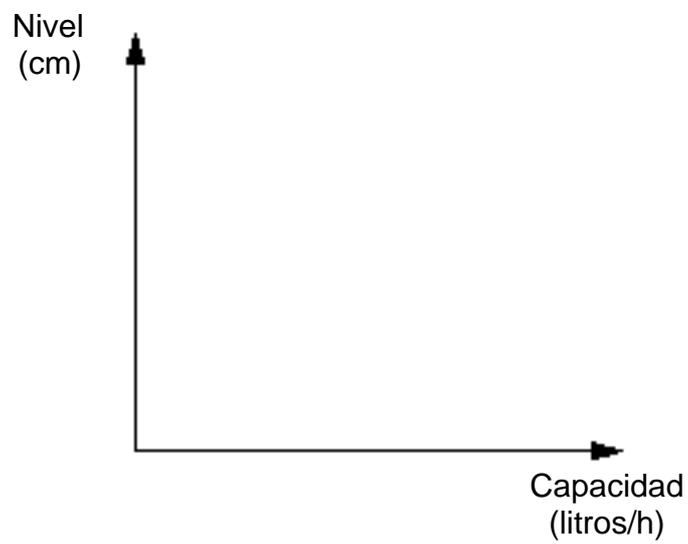


Fig. 4.2

FICHA 4.1

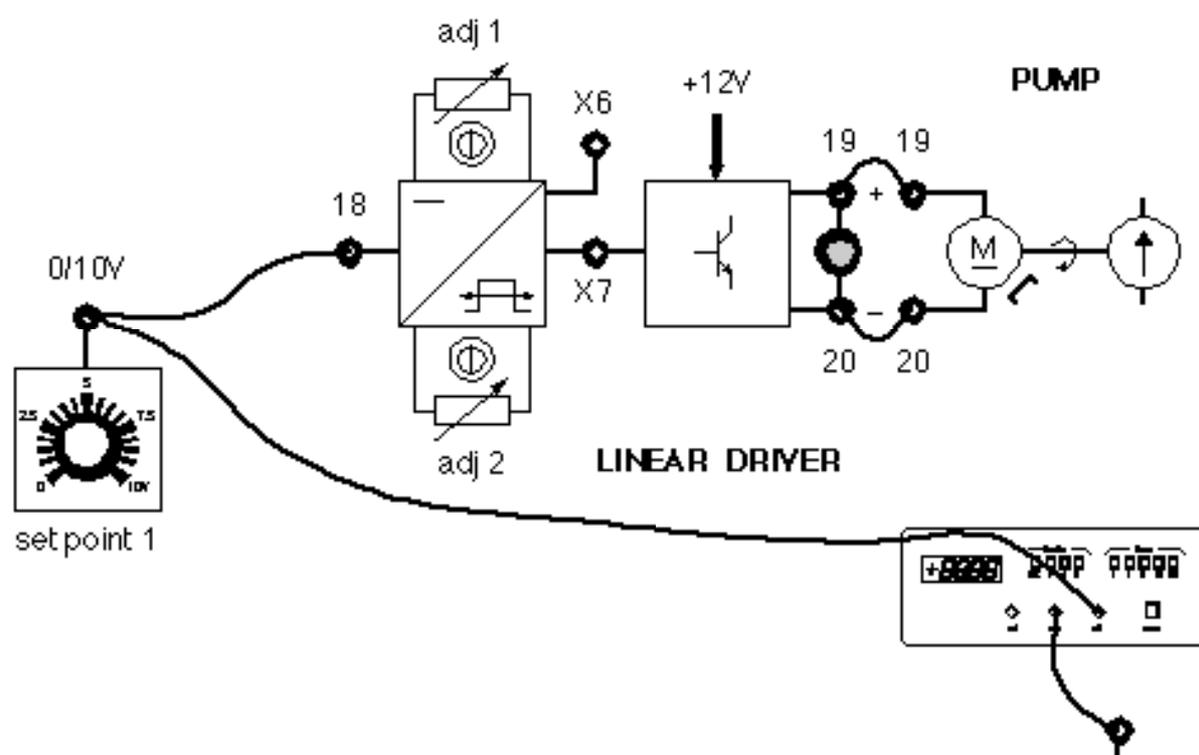


Fig. 4.1

UNIDAD DIDACTICA 5

CONSTANTE DE TIEMPO DE PROCESO

- **OBJETIVOS :**
 - Medir la respuesta dinámica del proceso.
 - Determinar el diagrama dinámico.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de la dinámica de los fluidos.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega al alumno la Ficha 5.1 que representa el cableado del SET POINT 1 con la interface de la bomba (fig. 5.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).

- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON - OFF DRIVER.

- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).

- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).

- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).

- â Nivel del agua en depósito (PROCESS TANK) 10 cm.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1, el casquillo 19 al 19 y el 20 al 20 (Ficha 5.1 fig. 5.1).
- 2) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (Ficha 5.1 fig. 5.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Poner en marcha la bomba regulando la tensión en SET POINT 1 a 10 V.
- 5) Esperar a que el nivel del agua haya alcanzado los 15/16 cm de altura.
- 6) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE para mantener el nivel del agua en el depósito a 15/16 cm de altura.
- 7) Esperar a que el nivel se haya estabilizado (10/15 minutos).
- 8) Si esto no sucediera, regular nuevamente la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE para mantener el nivel a una altura constante de 15/16 cm.
- 9) Regular la tensión en SET POINT 1 a 8 V.
- 10) Esperar a que el nivel del agua se haya estabilizado (10/15 minutos).
- 11) Regular la tensión en SET POINT 1 a 9 V y accionar contemporáneamente el cronómetro.
- 12) Medir el nivel cada 60 segundos y anotar los valores en la tabla 5.1.
- 13) Poner en OFF el interruptor general.
- 14) Desmontar todas las conexiones.
- 15) Representar el diagrama dinámico del proceso en la figura 5.3.

Tiempo (seg)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960				
Nivel (cm)																					

TABLA 5.1

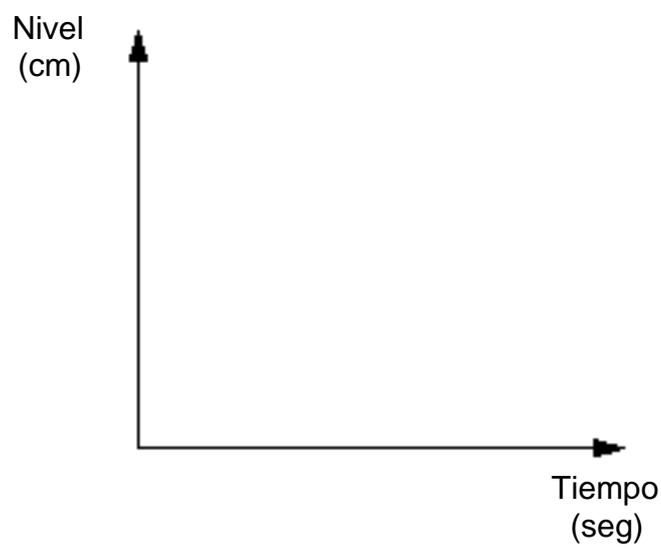


Fig. 5.3

FICHA 5.1

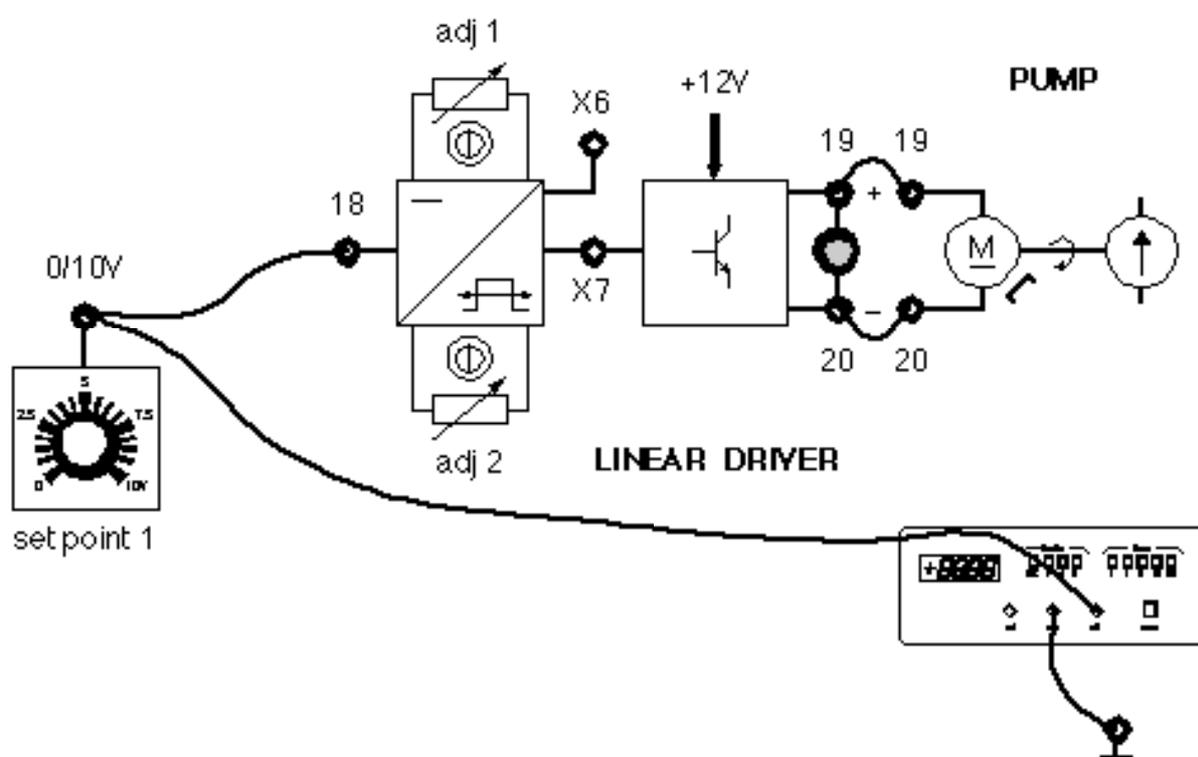


Fig. 5.1

UNIDAD DIDACTICA 6

CONTROL ON - OFF DEL NIVEL

- **OBJETIVOS :**
 - Entender el funcionamiento de un sistema de control ON-OFF de anillo cerrado.
 - Comprender los efectos de la histéresis sobre el control.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control de anillo cerrado.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Después de haberse asegurado de que se conozcan los prerequisites, entrega a los alumnos la Ficha 6.1 que representa el cableado del control ON-OFF (fig. 6.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.
- â Manivela SET POINT 1 0 V.
- â Manivela Hystéresis 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

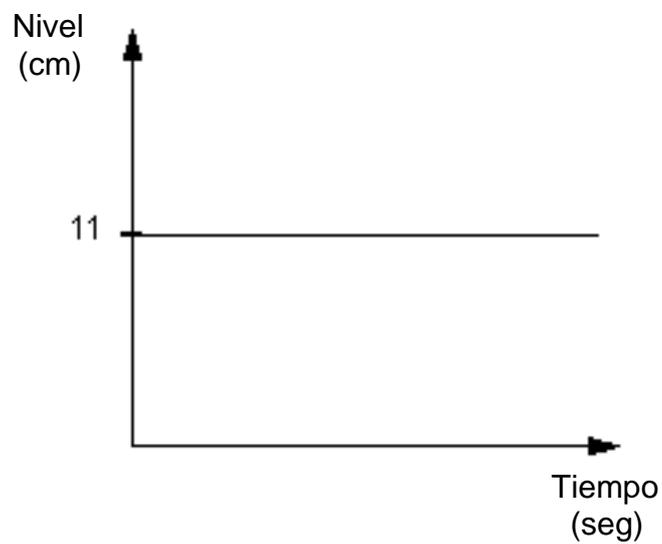
Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 1 del Sensor de Nivel al casquillo 1 de la respectiva interface y el casquillo 2 al casquillo 2 (ficha 6.1 fig. 6.1).
- 2) Conectar el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el 20 al 20 (ficha 6.1 fig. 6.1).
- 3) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 14 del regulador ON-OFF y el casquillo 13 del interface de nivel al casquillo 13 del regulador ON-OFF (ficha 6.1 fig. 6.1).
- 4) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 6.1 fig. 6.1).
- 5) Apretar el interruptor general (ON).
- 6) Regular la tensión en SET POINT a 5 V.
- 7) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo del SET POINT al casquillo 13 del regulador ON-OFF : el valor de tensión leído será igual a 2 V; si la tensión tuviera un valor distinto, controlar que el nivel del agua en el depósito esté a 8 cm de altura, en caso contrario calibrar el sensor según los procedimientos indicados en la Unidad Didáctica 1.
- 8) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X4 del regulador ON-OFF : el valor de tensión leído será igual a la diferencia entre tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13, es decir 3 V.
- 9) Conectar el casquillo 18 del regulador ON-OFF al casquillo 18 del LINEAR DRIVER: la bomba arranca inmediatamente, el nivel empieza a subir mientras que el valor de tensión leído en el voltímetro disminuye.
- 10) En el momento en que la diferencia de tensión entre el casquillo 14 y el 13 alcanza el cero, la salida del regulador ON-OFF (casquillo 18) alcanzando una tensión de aprox. -10 V, para la bomba: el nivel tiene que ser igual a 11 cm correspondiente al nivel de salida (8 cm) más la diferencia de tensión de salida entre los casquillos 14 y 13 ($3\text{ V} = 3\text{ cm}$).
- 11) Girar lentamente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta que descienda, poco, el nivel: la diferencia de tensión entre los casquillos 14 y 13, causada por la variación de nivel, lleva a la salida del regulador ON-OFF a una tensión de aprox. 10 V que pone de nuevo en marcha la bomba.
- 12) La bomba permanece en función durante breve tiempo hasta cuando se restablece el nivel anterior (11 cm).
- 13) Regular la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta determinar aprox. un tiempo igual, de subida y bajada de nivel, entre encendido y apagado de la bomba: el ciclo de subida y bajada del nivel es repetitivo.
- 14) Regular la manivela MAN VALVE, girando en sentido horario, hasta leer en el indicador de flujo una capacidad de aprox. 10-20 litros/h: esta operación se efectuará con la bomba en función es decir mientras que el nivel del agua aumenta.

- 15) Repetir las operaciones del punto 12.
- 16) Medir el tiempo de subida y de bajada del nivel entre encendido y apagado de la bomba con una histéresis de 0 % : anotar los resultados en la tabla 6.1.
- 17) Repetir el procedimiento a partir del punto 15 para cada valor de histéresis nominados en la tabla 5.1 y anotar los resultados.
- 18) Para cada valor de histéresis repetir la medida del tiempo de subida y bajada varias veces.
- 19) Cerrar las válvulas NEEDLE VALVE y DRAIN VALVE.
- 20) Poner en OFF el interruptor general.
- 21) Desmontar todas las conexiones.
- 22) Representar el diagrama de la característica de la histéresis en las figuras 6.2, 6.3 y 6.4.

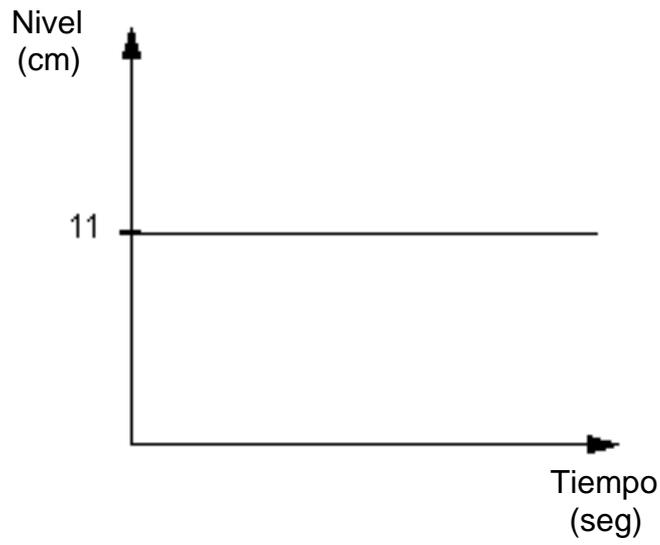
Hystéresis %	0	15	30			
Set Point (cm)	11	11	11			
Límite inferior Set Point (cm)						
Tiempo de subida nivel (seg)						
Límite superior Set Point (cm)						
Tiempo de bajada nivel (seg)						

TABLA 6.1



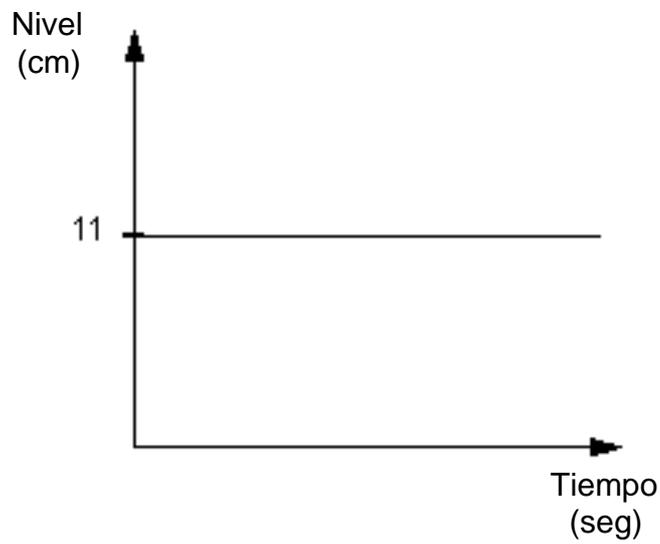
Hystéresis 0%

Fig. 6.2



Hystéresis 15%

Fig. 6.3



Hystéresis 30%

Fig. 6.4

FICHA 6.1

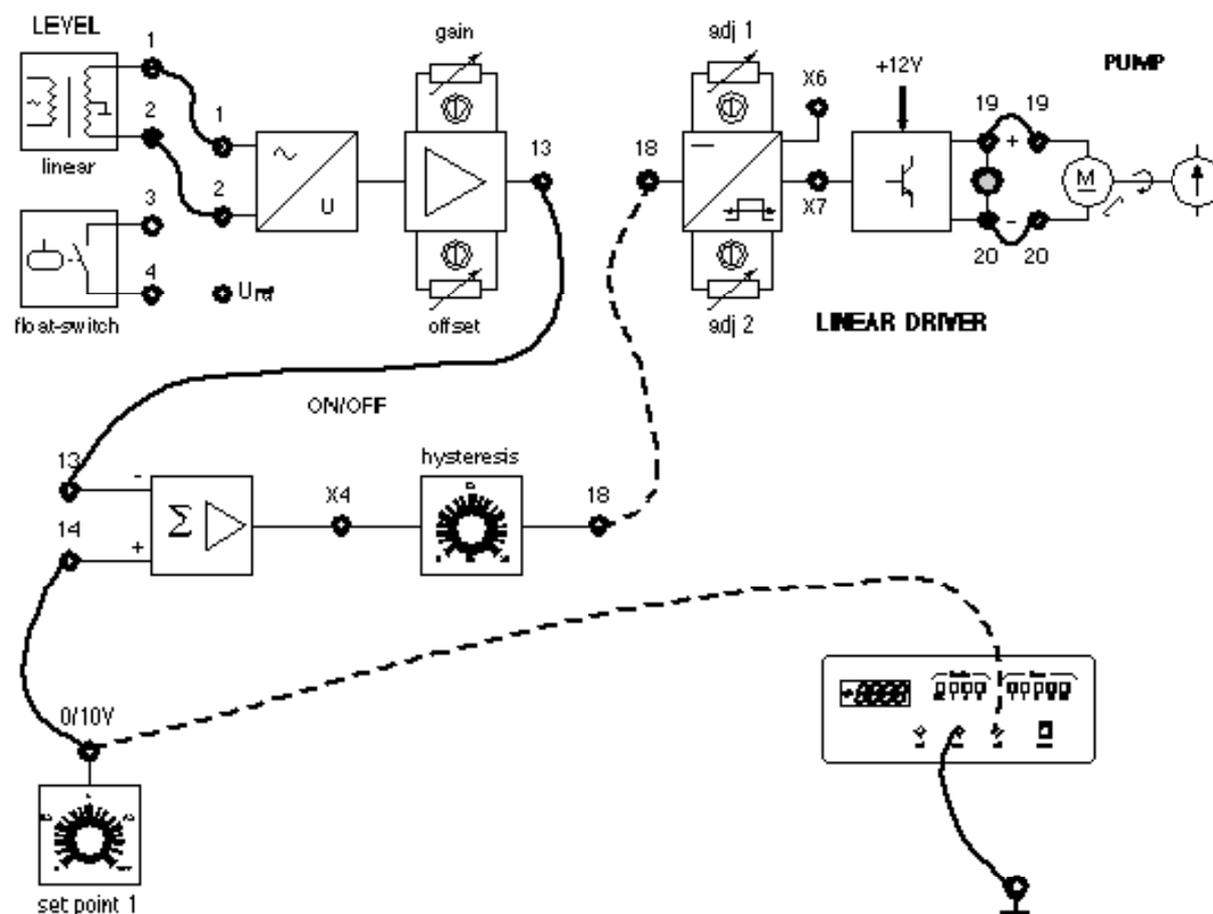


Fig. 6.1

UNIDAD DIDACTICA 7

**CONTROL ON - OFF DEL NIVEL
CON "SOL VALVE"**

- **OBJETIVOS :**
 - Mantener constante el nivel en el depósito utilizando la electroválvula SOL VALVE para la introducción del agua.
 - Representar el diagrama de la característica de la histéresis.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control de anillo cerrado.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Cronómetro.
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Después de haberse asegurado de que se conozcan los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 7.1 que representa el cableado del control ON-OFF (fig. 7.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.
- â Manivela SET POINT 1 0 V.
- â Manivela SET POINT 2 0 V.
- â Manivela Hystéresis 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

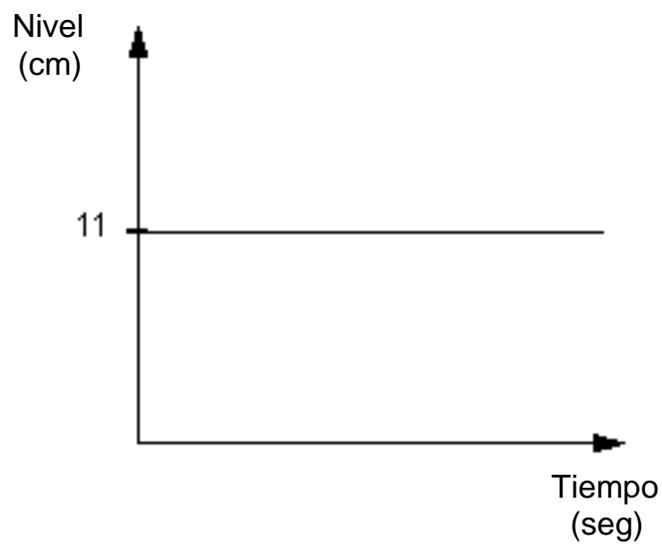
Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 1 del Sensor de Nivel al casquillo 1 de la correspondiente interface y el casquillo 2 al casquillo 2 (ficha 7.1 fig. 7.1).
- 2) Conectar el casquillo 25 del ON-OFF DRIVER al casquillo 25 y el casquillo 26 al 26 (ficha 7.1 fig. 7.1).
- 3) Conectar el casquillo del SET POINT al casquillo 13 del regulador ON-OFF y el casquillo 13 del interface de nivel al casquillo 14 del regulador ON-OFF (ficha 7.1 fig. 7.1).
- 4) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 7.1 fig. 7.1).
- 5) Apretar el interruptor general (ON).
- 6) Regular la tensión en SET POINT 1 a 5 V.
- 7) Mover el terminal del voltímetro digital del casquillo del SET POINT 1 al casquillo 13 del regulador ON-OFF : el valor de tensión leído tiene que ser igual a 2 V; si la tensión tuviera un valor distinto, controlar que el nivel del agua en el depósito esté a 8 cm de altura y si así no fuera calibrar el sensor según los procedimientos indicados en la Unidad Didáctica 1.
- 8) Cambiar el terminal del voltímetro digital al casquillo X4 del regulador ON-OFF : el valor de tensión leído tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13, es decir 3 V.
- 9) Conectar el casquillo 18 del regulador ON-OFF al casquillo 18 del ON-OFF DRIVER : la electroválvula SOL VALVE se activa inmediatamente.
- 10) Conectar el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 7.1 fig. 7.1).
- 11) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 7.1 fig. 7.2).
- 12) Mover el terminal del voltímetro digital del casquillo X4 al del SET POINT 2.
- 13) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 6 V : la bomba se pone en marcha inmediatamente y el nivel del agua empieza a subir.
- 14) Volver a colocar el terminal del voltímetro en el casquillo X4.
- 15) En el momento en el que la diferencia de tensión entre el casquillo 14 y el 13 sea cero, la salida del regulador ON-OFF (casquillo 18), alcanzando una tensión de aprox. -10 V, para la electroválvula bloqueando la entrada de agua en el depósito: el nivel tiene que ser igual a 11 cm correspondiente al nivel de salida (8 cm) más la diferencia de tensión de salida entre los casquillos 14 y 13 ($3\text{ V} = 3\text{ cm}$).
- 16) Girar lentamente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta que descienda, poco, el nivel: la diferencia de tensión entre los casquillos 14 y 13, causada por la variación de nivel, provoca en la salida del regulador ON-OFF (casquillo 18) una tensión de aprox. 10 V que activa la electroválvula SOL VALVE.
- 17) La electroválvula permanece en función durante breve tiempo hasta cuando se restablece el nivel anterior (11 cm).

- 18) Regular la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta determinar aprox. un tiempo igual, de subida y de bajada del nivel, entre encendido y apagado de la electroválvula: el ciclo de subida y bajada del nivel es repetitivo.
- 19) Medir el tiempo de subida y de bajada del nivel entre encendido y apagado de la electroválvula con una histéresis del 0 % : anotar los resultados en la tabla 7.1.
- 20) Repetir el procedimiento a partir del punto 16 para cada valor de histéresis nominados en la tabla 7.1 y anotar los resultados.
- 21) Para cada valor de histéresis repetir la medida del tiempo de subida y bajada unas cuantas veces.
- 22) Cerrar las válvulas NEEDLE VALVE y DRAIN VALVE.
- 23) Poner en OFF EL INTERRUPTOR GENERAL.
- 24) Desmontar todas las conexiones.
- 25) Representar el diagrama de la característica de la histéresis en las figuras 7.3, 7.4 y 7.5.

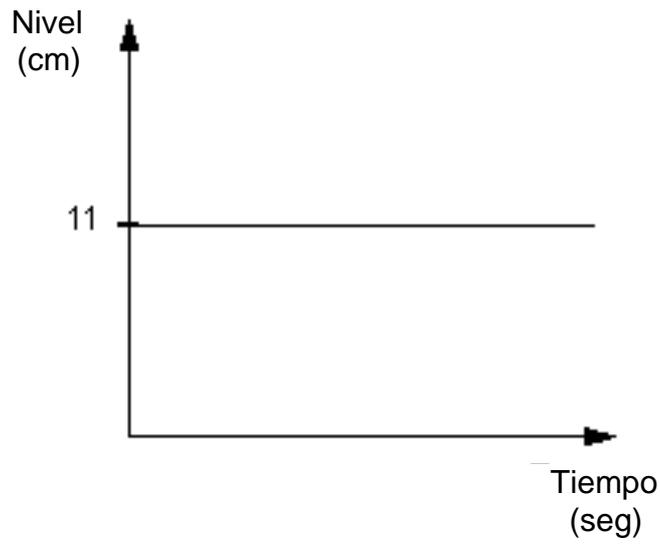
Hystéresis %	0	15	30			
Set Point (cm)	11	11	11			
Límite inferior Set Point (cm)						
Tiempo de subida nivel (seg)						
Límite superior Set Point (cm)						
Tiempo de bajada nivel (seg)						

TABLA 7.1



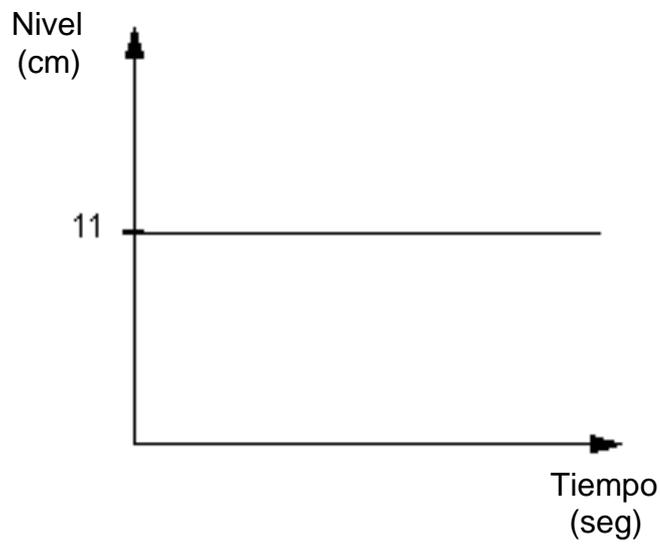
Hystéresis 0%

Fig. 7.3



Hystéresis 15%

Fig. 7.4



Hystéresis 30%

Fig. 7.5

FICHA 7.1

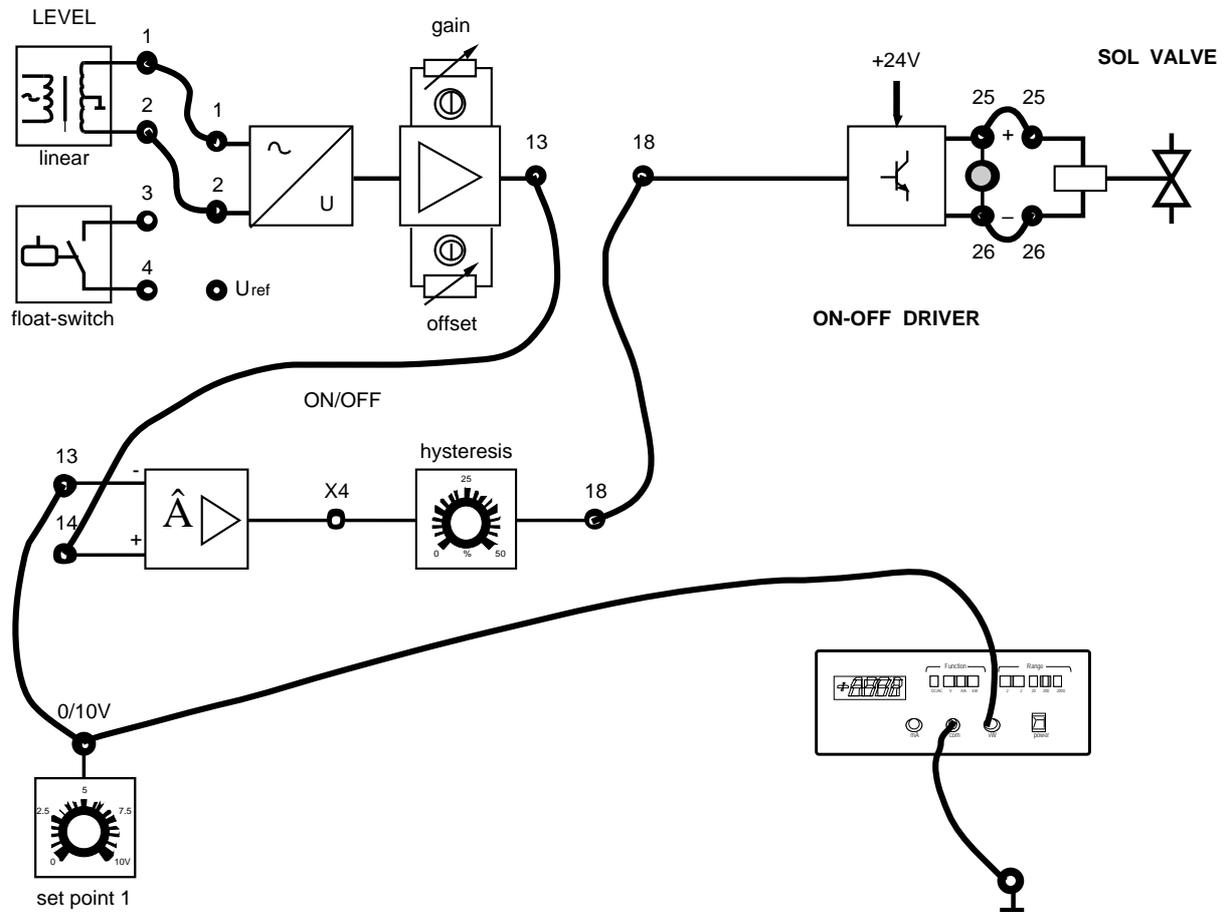


Fig. 7.1

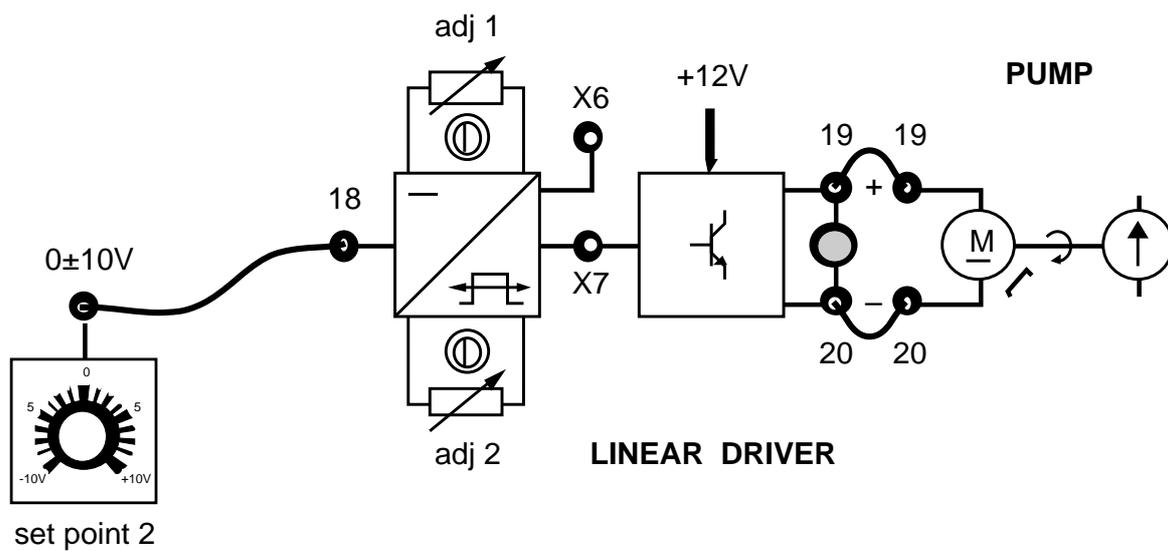


Fig. 7.2

UNIDAD DIDACTICA 8

**CONTROL ON - OFF DEL NIVEL
CON "FLOATS SWITCH"**

- **OBJETIVOS :**
 - Mantener constante el nivel del agua en el depósito utilizando un sensor de nivel ON-OFF y la electroválvula SOL VALVE para la introducción del líquido.
 - Determinar la característica de la histéresis del sensor.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control de anillo cerrado.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Cronómetro.
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Cuando se ha asegurado de que se conocen los prerequisites, entrega a los alumnos la Ficha 8.1 que representa el cableado del control ON-OFF (fig. 8.1 y fig. 8.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.
- â Manivela SET POINT 1 0 V.
- â Manivela SET POINT 2 0 V.
- â Manivela Hystéresis 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante los cables, el casquillo 25 del ON-OFF DRIVER al casquillo 25 y el casquillo 26 al 26 (ficha 8.1 fig. 8.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 14 del regulador ON-OFF y el casquillo 3 del sensor FLOAT-SWITCH al casquillo 13 del regulador ON-OFF (ficha 8.1 fig. 8.1).
- 3) Conectar el casquillo 4 del FLOAT-SWITCH al casquillo Uref.
- 4) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 8.1 fig. 8.1).
- 5) Apretar el interruptor general (ON).
- 6) Regular la tensión en el SET POINT 1 a 5 V.
- 7) Conectar el casquillo 18 del regulador ON-OFF al casquillo 18 del ON-OFF DRIVER : la electroválvula SOL VALVE se activa inmediatamente.
- 8) Conectar el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 8.1 fig. 8.2).
- 9) Conectar el casquillo SET POINT 2 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 8.1 fig. 8.2).
- 10) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo del SET POINT 1 al casquillo del SET POINT 2.
- 11) Regular la tensión en SET POINT 2 a 6 V : la bomba arranca inmediatamente y el nivel del agua empieza a subir.
- 12) Poner el terminal del voltímetro en el casquillo 13 del regulador ON-OFF.
- 13) Cuando el nivel del agua alcanza el sensor FLOAT-SWITCH se cierra un contacto que lleva al casquillo 13 del regulador ON-OFF la tensión Uref (aprox. 10 V), desactivando la electroválvula.
- 14) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE : el nivel del agua desciende, el contacto del sensor se abre, la electroválvula SOL VALVE se activa y entra más agua en el depósito de la bomba.
- 15) La bomba permanece en función durante breve tiempo hasta cuando el contacto se vuelve a cerrar.
- 16) Regular la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta determinar aprox. un tiempo igual, de subida y de bajada del nivel, entre encendido y apagado de la electroválvula: el ciclo de subida y bajada del nivel es repetitivo.
- 17) Medir el tiempo de subida y de bajada del nivel entre encendido y apagado de la electroválvula con una histéresis del 0 %, anotar los resultados y compararlos con los de las Unidades anteriores.
- 18) Cerrar las válvulas NEEDLE VALVE y DRAIN VALVE.
- 19) Poner en OFF el interruptor general.
- 20) Desmontar todas las conexiones.
- 21) Representar el diagrama de la característica de la histéresis en la figura 8.3.

Hystéresis %	0		
Set Point (cm)			
Límite inferior Set Point (cm)			
Tiempo de subida nivel (seg)			
Límite superior Set Point (cm)			
Tiempo de bajada nivel (seg)			

TABLA 8.1

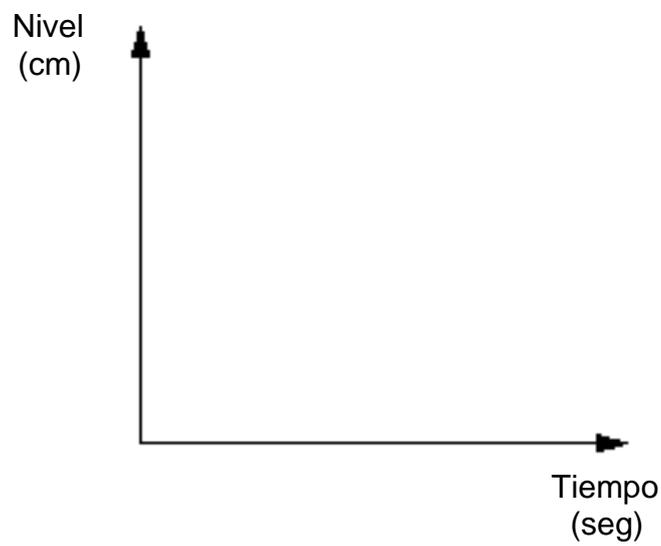


Fig. 8.3

FICHA 8.1

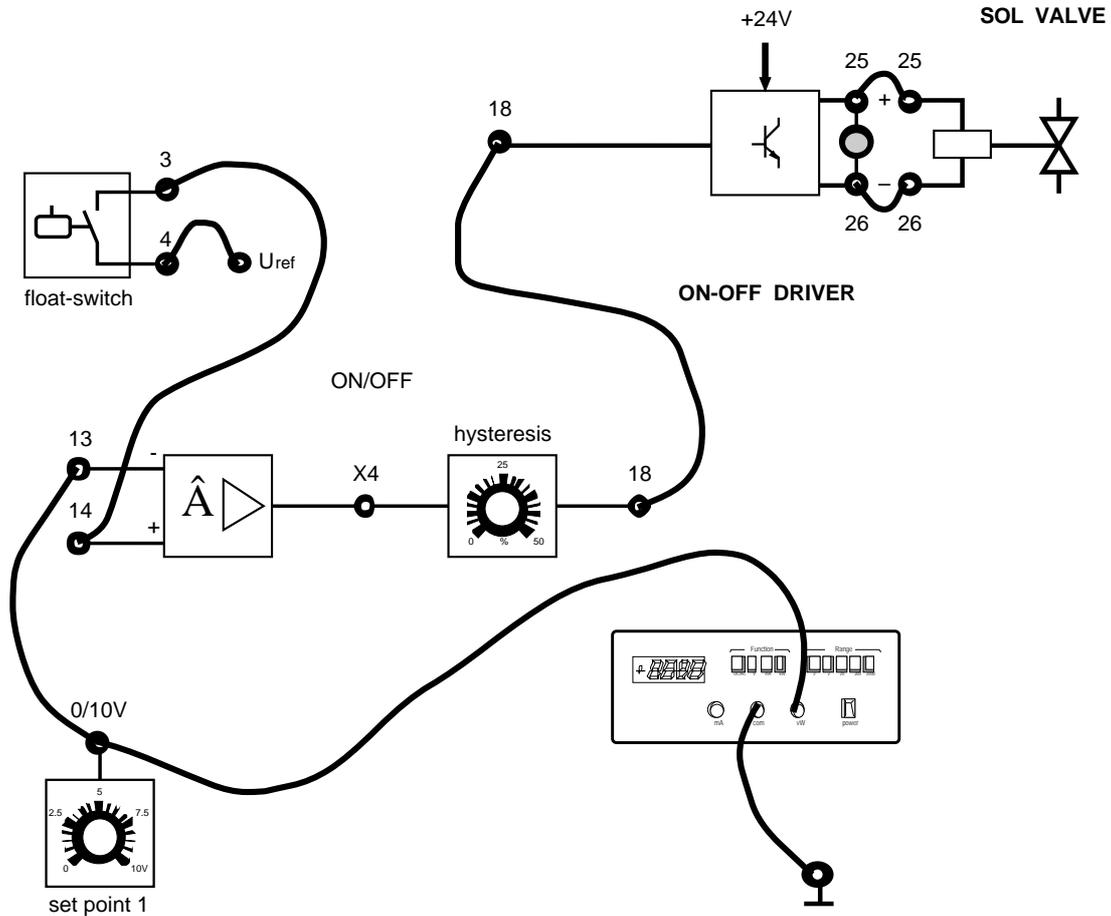


Fig. 8.1

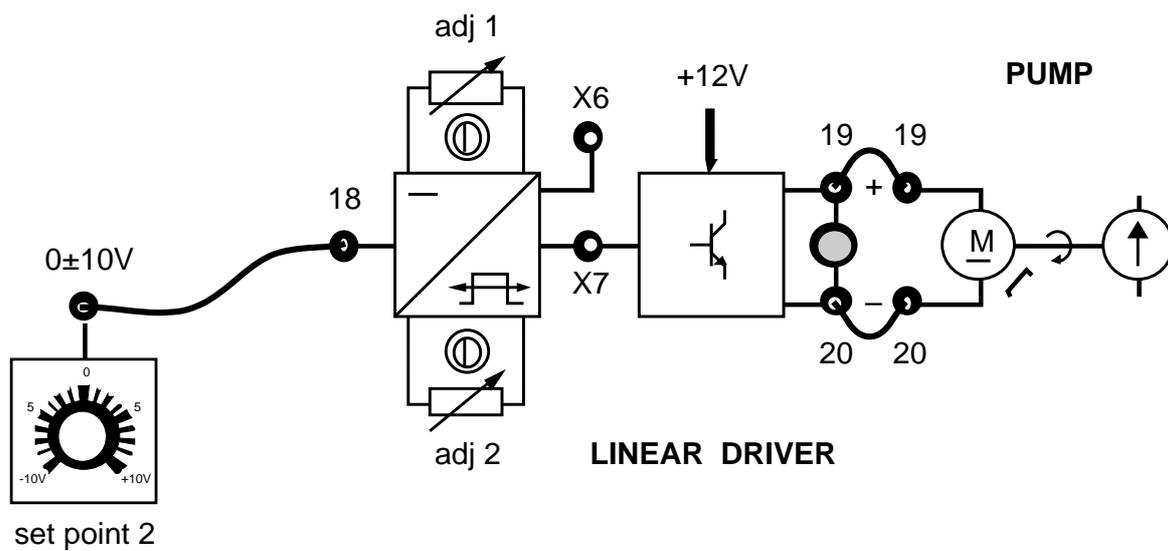


Fig. 8.2

UNIDAD DIDACTICA 9

**CONTROL PROPORCIONAL DEL NIVEL
CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Conocidos los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 9.1 que representa el cableado del control (fig. 9.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).

- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.

- â SET POINT 1 0 V.
- â SET POINT 2 0 V.
- â PROPORTIONAL 0 %.
- â INTEGRAL 0 %.
- â DERIVATE 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante los cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 9.1 fig. 9.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 9.1 fig. 9.1)
- 3) Cerrar ligeramente la válvula MAN VALVE (rotación horaria).
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Regular la válvula MAN VALVE de manera que se lea en el indicador de flujo una capacidad de aprox. 20 litros/h.
- 6) Poner en OFF el interruptor general.
- 7) Nivelar el agua del depósito a 8 cm.
- 8) Quitar el cable del casquillo 18 del LINEAR DRIVER y del casquillo del SET POINT 1 y poner en 0 V la manivela.
- 9) Conectar el casquillo 1 del Sensor de Nivel al casquillo 1 de la respectiva interface y el casquillo 2 al casquillo 2 (ficha 9.1 fig. 9.1).
- 10) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface de nivel al casquillo 13 del regulador PID (ficha 9.1 fig. 9.1).
- 11) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 2 y el otro en el casquillo de masa.
- 12) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 2 V.
- 13) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo del SET POINT 2 al casquillo 13 del regulador PID : el valor de tensión leído tendrá que ser igual a 2 V; si la tensión tuviera un valor distinto, controlar que el nivel del agua en el depósito esté a 8 cm de altura, en caso contrario calibrar el sensor según los procedimientos indicados en la Unidad Didáctica 1.
- 14) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada en el casquillo 14 y la aplicada en el casquillo 13 es decir 0 V.
- 15) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo EXT del regulador PID.
- 16) Introducir el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5.
- 17) Regular la tensión del SET POINT 1 de manera que se pueda leer en el voltímetro digital una tensión de 3 V : esta tensión representa la amplitud del peldaño de referencia que corresponde a un aumento de 3 cm del nivel de agua.
- 18) Quitar de momento el cable del casquillo EXT del regulador PID.
- 19) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 20) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15 y el casquillo 18 al 18 del LINEAR DRIVER.
- 21) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 9.1 el valor de tensión leído (2 V).

- 22) Volver a introducir el cable en el casquillo EXT del regulador PID y accionar contemporáneamente el cronómetro.
- 23) Anotar en la tabla 9.1 el valor de tensión relevado cada 15 segundos hasta el final del transitorio.
- 24) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor leído, que tiene que ser anotado, representa el error de régimen.
- 25) Quitar momentáneamente el cable del casquillo EXT del regulador PID.
- 26) Nivelar el agua en el depósito a 8 cm.
- 27) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 9.1 el valor de tensión leído (2 V).
- 28) Regular la manivela PROPORTIONAL al 50 % y repetir las operaciones a partir del punto 22.
- 29) Repetir sucesivamente las operaciones con la manivela PROPORTIONAL al 75 % y al 100 %.
- 30) Poner en OFF el interruptor general.
- 31) Trazar las curvas de la respuesta dinámica de anillo cerrado para cada valor de la posición de la manivela PROPORTIONAL.
- 32) Analizar los resultados.

Tiempo (seg)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375	390	
Kp=25%																												
Kp=50%																												
Kp=75%																												
Kp=100%																												

TABLA 9.1

NOTA : El valor que muestra el voltímetro corresponde al cambio en centímetros del nivel ($1 V = 1 cm$).

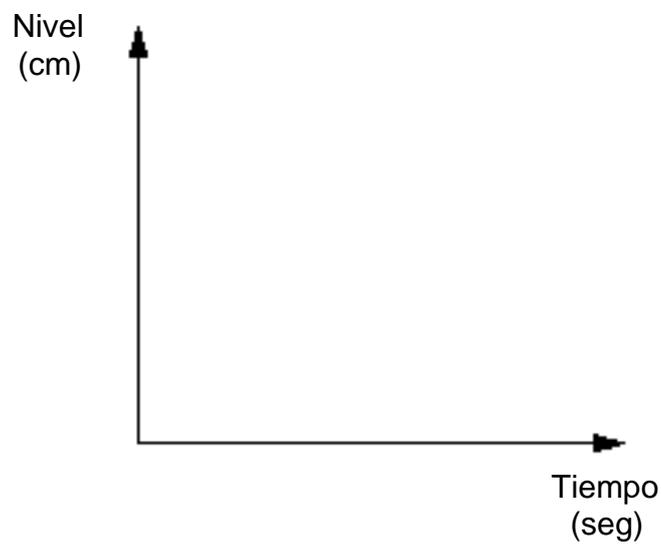


Fig. 9.2

FICHA 9.1

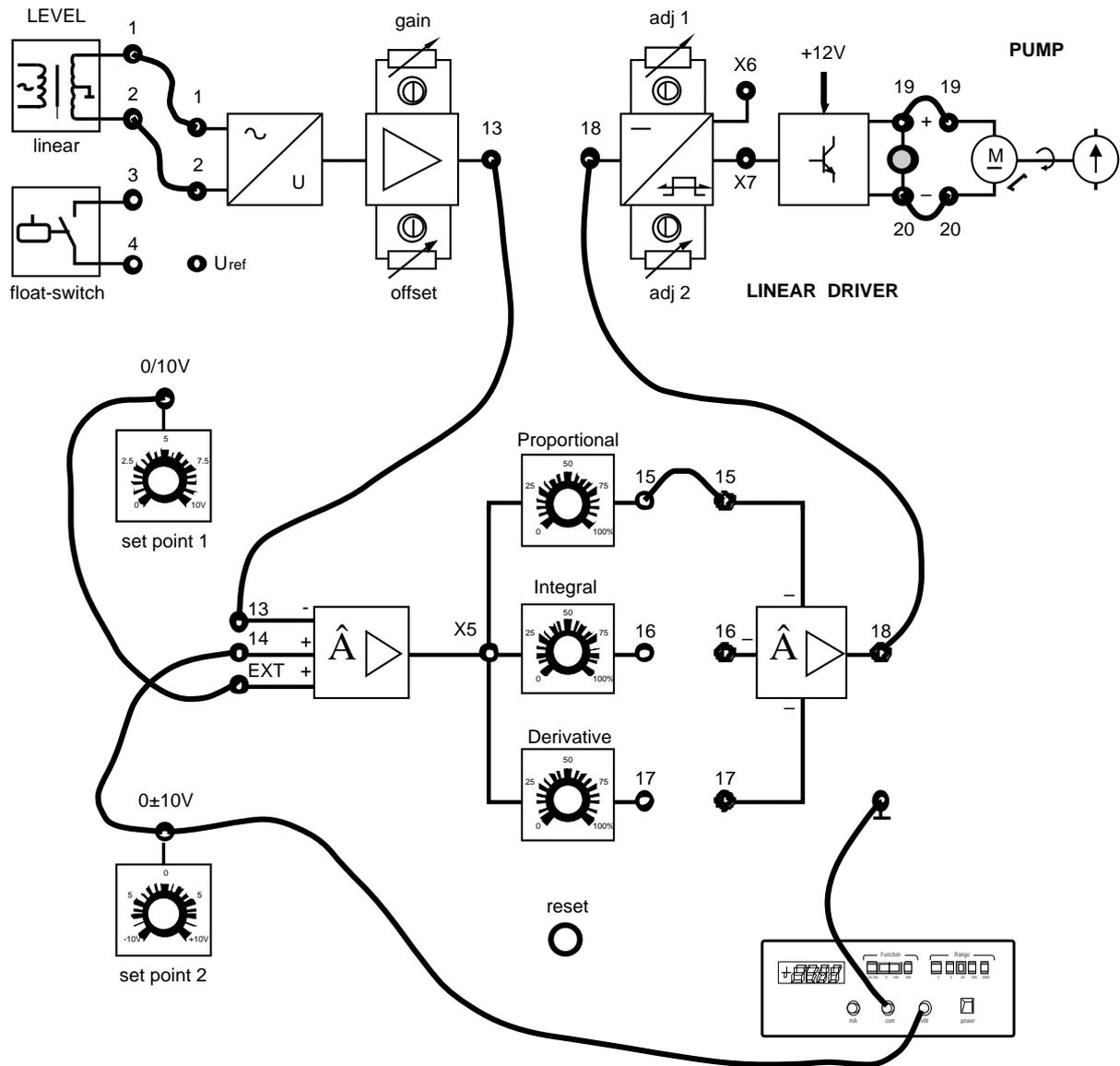


Fig. 9.1

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 10

**CONTROL PROPORCIONAL - INTEGRAL
DEL NIVEL CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado de acción proporcional-integral (PI).
 - Conocimiento de la Unidad Didáctica 9.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado de que se conocen los prerequisites, entrega a los alumnos la Ficha 10.1 que representa el cableado del control (fig. 10.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â AIR VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.	
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 10.1 fig. 10.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 10.1 fig. 10.1).
- 3) Cerrar ligeramente la válvula MAN VALVE (rotación horaria).
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Regular la válvula MAN VALVE de manera que leamos en el indicador de flujo una capacidad de aprox. 20 litros/h.
- 6) Poner en OFF el interruptor general.
- 7) Nivelar el agua del depósito a 8 cm.
- 8) Quitar los cables del casquillo 18 del LINEAR DRIVER y del casquillo del SET POINT 1 y poner en 0 V la manivela.
- 9) Conectar el casquillo 1 del Sensor de Nivel al casquillo 1 de la respectiva interface y el casquillo 2 al casquillo 2 (ficha 10.1 fig. 10.1).
- 10) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 de la interface de nivel al casquillo 13 del regulador PID (ficha 10.1 fig. 10.1).
- 11) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 2 y el otro en el casquillo de masa.
- 12) Poner en ON el interruptor general.
- 13) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 2 V.
- 14) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo del SET POINT 2 al casquillo 13 del regulador PID : el valor de tensión leído tendrá que ser igual a 2 V; si la tensión tuviera un valor distinto controlar que el nivel del agua esté a 8 cm de altura, en caso contrario calibrar el sensor según los procedimientos indicados en la Unidad Didáctica 1.
- 15) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído tendrá que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada en el casquillo 14 y la aplicada en el casquillo 13 es decir 0 V.
- 16) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo EXT del regulador PID.
- 17) Introducir el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5.
- 18) Regular la tensión del SET POINT 1 para que se pueda leer en el voltímetro digital una tensión de 3 V : esta tensión representa la amplitud del peldaño de referencia que corresponde a un aumento de 3 cm del nivel del agua.
- 19) Quitar momentáneamente el cable del casquillo EXT del regulador PID.
- 20) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 21) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15 y el casquillo 18 al 18 del LINEAR DRIVER (ficha 10.1 fig. 10.1).
- 22) Regular la manivela INTEGRAL al 25 %.
- 23) Apretar el botón RESET para poner en cero el integrador y a continuación descargar los condensadores de integración del circuito.

- 24) Conectar el casquillo 16 del regulador PID al casquillo 16 (ficha 10.1 fig. 10.1).
- 25) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 10.1 el valor de tensión leído (2 V).
- 26) Volver a introducir el cable en el casquillo EXT del regulador PID y accionar contemporáneamente el cronómetro.
- 27) Anotar en la tabla 10.1 el valor de tensión relevado cada 15 segundos hasta el agotamiento del transitorio.
- 28) Quitar momentáneamente el cable del casquillo EXT del regulador PID.
- 29) Nivelar el agua del depósito a 8 cm.
- 30) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 10.1 el valor de tensión leído (2 V).
- 31) Regular la manivela INTEGRAL al 50 % dejando la PROPORTIONAL al 25 % y repetir las operaciones a partir del punto 23.
- 32) Repetir sucesivamente las operaciones con la manivela INTEGRAL al 75 % y al 100 %.
- 33) Poner en OFF el interruptor general.
- 34) Trazar las curvas de la respuesta dinámica con anillo cerrado para cada uno de los valores de la tabla.
- 35) Analizar los resultados.

Tiempo (seg)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375	390	
Kp=25% Ki=25%																												
Kp=25% Ki=50%																												
Kp=25% Ki=75%																												
Kp=25% Ki=100%																												

TABLA 10.1

NOTA : El valor que se relea en el voltímetro corresponde a la variación en centímetros del nivel ($1 V = 1 cm$).

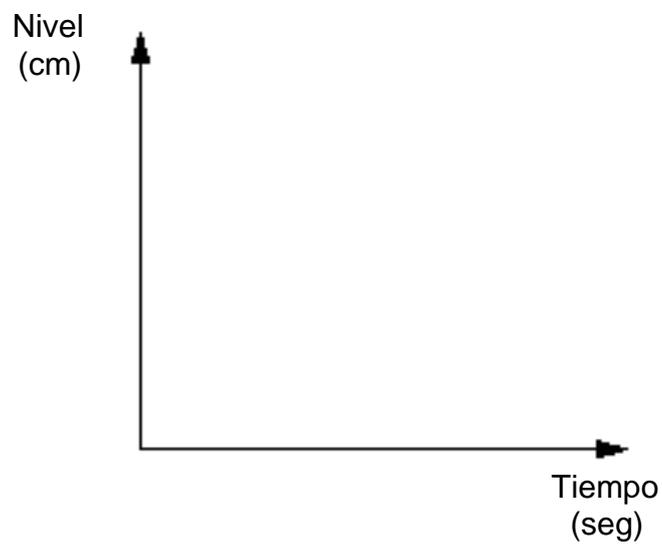


Fig. 10.2

FICHA 10.1

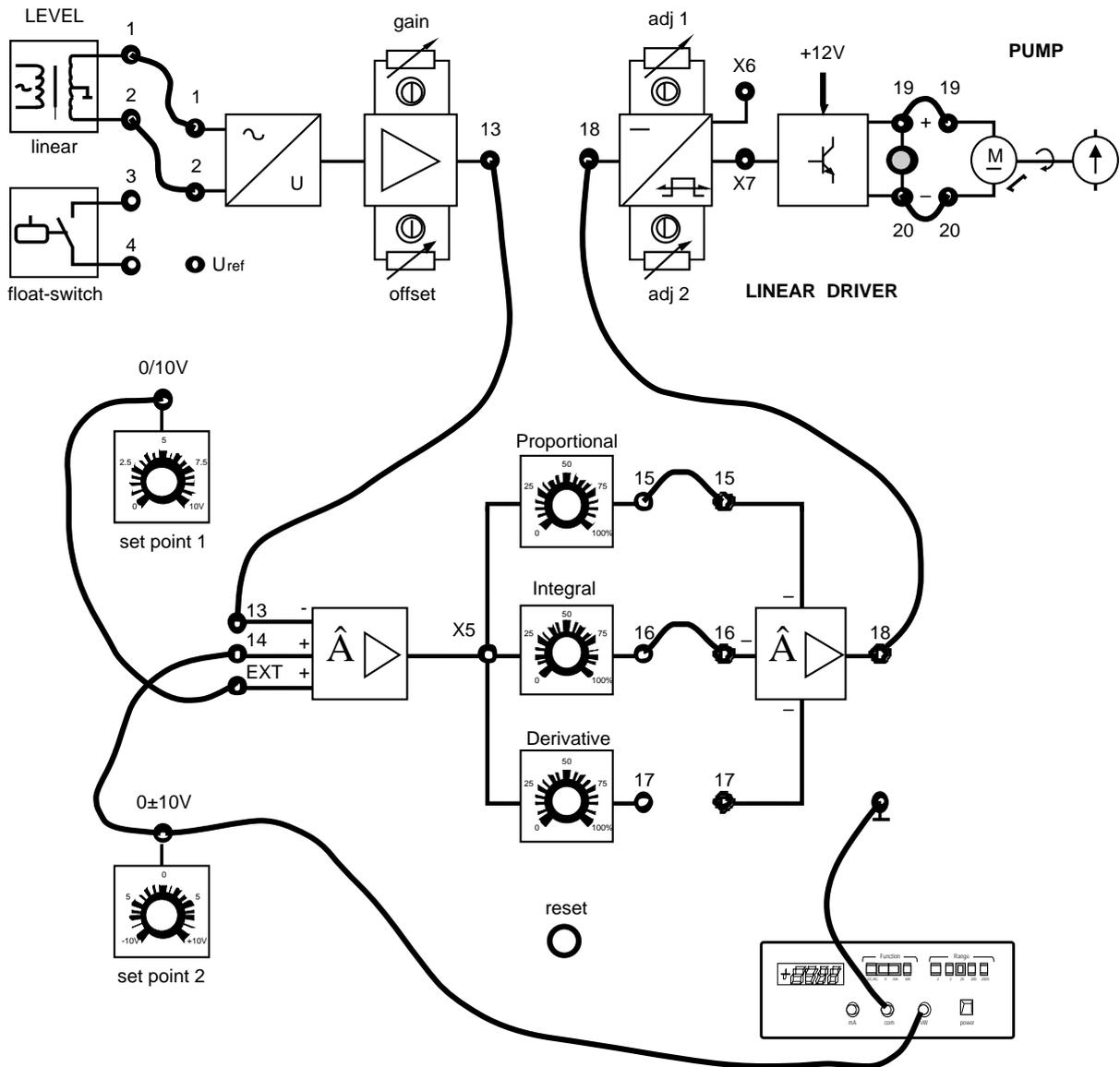


Fig. 10.1

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 11

**CONTROL PROPORCIONAL - DERIVATIVO
DEL NIVEL CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia de anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado y acción proporcional-derivativa (PD).
 - Conocimiento de la Unidad Didáctica 9.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro.
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado de que se conozcan los prerequisites, entrega a los alumnos la Ficha 11.1 que representa el cableado del control (fig. 11.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°). SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) 8 cm.
- â SET POINT 1 0 V.
- â SET POINT 2 0 V.
- â PROPORTIONAL 0 %.
- â INTEGRAL 0 %.
- â DERIVATE 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el 20 al casquillo 20 (ficha 11.1 fig. 11.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 11.1 fig. 11.1).
- 3) Cerrar ligeramente la válvula MAN VALVE (rotación horaria).
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Regular la válvula MAN VALVE de manera que se lea en el indicador de flujo una capacidad de aprox. 20 litros/h.
- 6) Poner en OFF el interruptor general.
- 7) Nivelar el agua del depósito a 8 cm.
- 8) Quitar los cables del casquillo 18 del LINEAR DRIVER y del casquillo del SET POINT 1 y poner en 0 V la manivela.
- 9) Conectar el casquillo 1 del Sensor de Nivel al casquillo 1 de la 12) respectiva interface y el casquillo 2 al 2 (ficha 11.1 fig. 11.1).
- 10) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 de la interface de nivel al casquillo 13 del regulador PID (ficha 11.1 fig. 11.1).
- 11) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 2 y el otro en el casquillo de masa.
- 12) Poner en ON el interruptor general.
- 13) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 2 V.
- 14) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo del SET POINT 2 al casquillo 13 del regulador PID : el valor de tensión leído tiene que ser igual a 2 V; si la tensión tuviese un valor distinto controlar que el nivel del agua esté a 8 cm de altura, en caso contrario calibrar el sensor según los procedimientos indicados en la Unidad Didáctica 1.
- 15) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID: el valor de tensión leído tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada en el casquillo 14 y la aplicada en el casquillo 13 es decir 0 V.
- 16) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo EXT del regulador PID.
- 17) Introducir el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5.
- 18) Regular la tensión del SET POINT 1 de manera que leamos en el voltímetro digital una tensión de 3 V : esta tensión representa la amplitud del peldaño de referencia que corresponde a un aumento de 3 cm del nivel del agua.
- 19) Quitar momentáneamente el cable del casquillo EXIT del regulador PID.
- 20) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 21) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15 y el casquillo 18 al 18 del LINEAR DRIVER.
- 22) Regular la manivela DERIVATIVE al 25 %.
- 23) Conectar el casquillo 17 del regulador PID al casquillo 17.

- 24) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 11.1 el valor de tensión leído (2 V).
- 25) Volver a colocar el cable en el casquillo EXT del regulador PID y accionar contemporáneamente el cronómetro.
- 26) Anotar en la tabla 11.1 el valor de tensión relevado cada 15 segundos hasta el agotamiento del transitorio.
- 27) Quitar momentáneamente el cable del casquillo EXT del regulador PID.
- 28) Quitar el cable del casquillo 17.
- 29) Nivelar el agua del depósito a 8 cm.
- 30) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 11.1 el valor de tensión leído (2 V).
- 31) Regular la manivela DERIVATIVE al 50 % dejando la PROPORTIONAL al 25 % y repetir las operaciones a partir del punto 23.
- 32) Repetir sucesivamente las operaciones con la manivela DERIVATE al 75 % y al 100 %.
- 33) Poner en OFF el interruptor general.
- 34) Trazar las curvas de la respuesta dinámica con anillo cerrado para cada uno de los valores de la tabla.

Tiempo (seg)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375	390	
Kp=25% Kd=25%																												
Kp=25% Kd=50%																												
Kp=25% Kd=75%																												
Kp=25% Kd=100%																												

TABLA 11.1

NOTA : El valor que se aprecia en el voltímetro corresponde a la variación en centímetros del nivel ($1 V = 1 cm$).

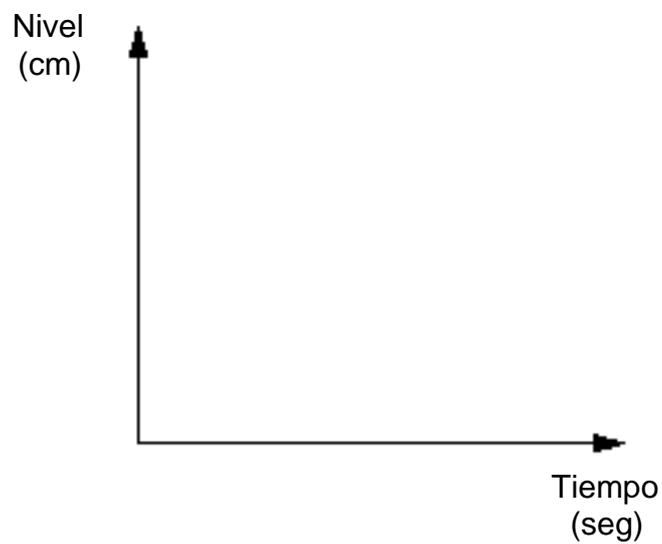


Fig. 11.2

FICHA 11.1

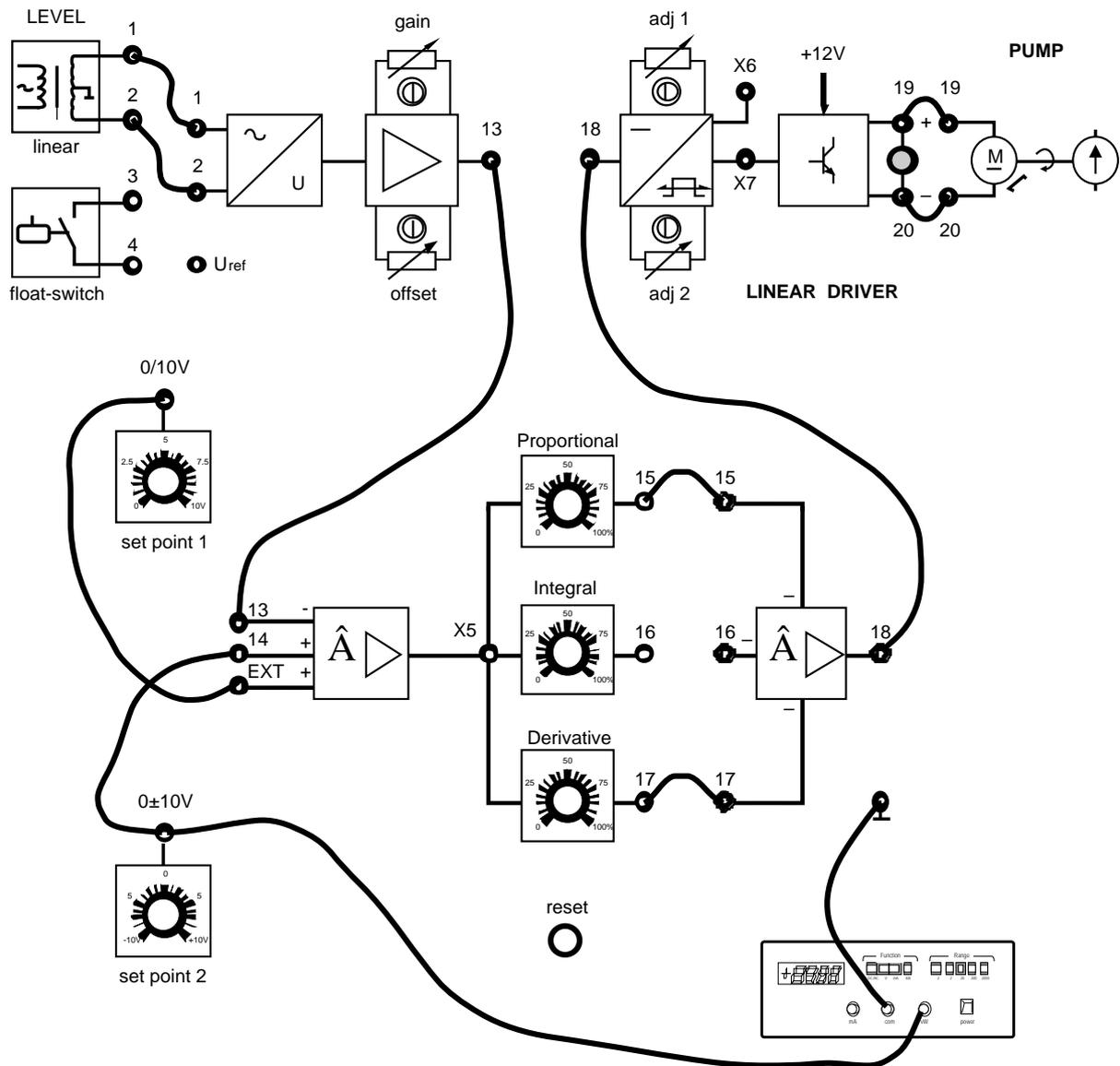


Fig. 11.1

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 12

**CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO
DEL NIVEL CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado y acción proporcional-integral-derivativa (PID).
 - Conocimiento de las Unidades Didácticas 9, 10 y 11.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado de que se conozcan los prerrequisitos, analiza con los alumnos las curvas reproducidas en las Unidades Didácticas 9, 10 y 11. Establecidos los posibles valores de K_p , K_i y K_d que hay que utilizar, entrega a los alumnos la Ficha 12.1 que representa el cableado del control (fig. 12.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â AIR VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.	
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Determinar el valor de K_p en el que se instauran oscilaciones examinando las curvas o repitiendo el ejercicio, con los valores intermedios de K_p , siguiendo el procedimiento indicado en la Unidad Didáctica.
- 2) Fijado el valor de K_p y examinadas las curvas de K_i vistas en la Unidad Didáctica 10, establecer el valor optimal de K_i repitiendo, si fuera necesario, el procedimiento indicado en la misma Unidad Didáctica para cada uno de los valores intermedios.
- 3) Excluir la acción integrativa sin modificar el valor fijado.
- 4) Determinar el valor optimal de K_d examinando las curvas vistas en la Unidad Didáctica 11 o repitiendo, si hiciera falta, el procedimiento indicado en la misma Unidad Didáctica.
- 5) Utilizar contemporáneamente las acciones proporcionales, integral y derivativa y realizar el ejercicio siguiendo las indicaciones sugeridas en las Unidades Didácticas 9, 10 y 11 (ficha 12.1 fig. 12.1).
- 6) Anotar en la tabla 12.1 el valor de tensión medido cada 15 segundos hasta el agotamiento del transitorio después de haberlo convertido en centímetros ($1V = 1cm$).
- 7) Trazar la curva de la respuesta dinámica con anillo cerrado (fig. 12.2).

Tiempo (seg)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	375	390	
Kp=25% Kd=25%																												

TABLA 12.1

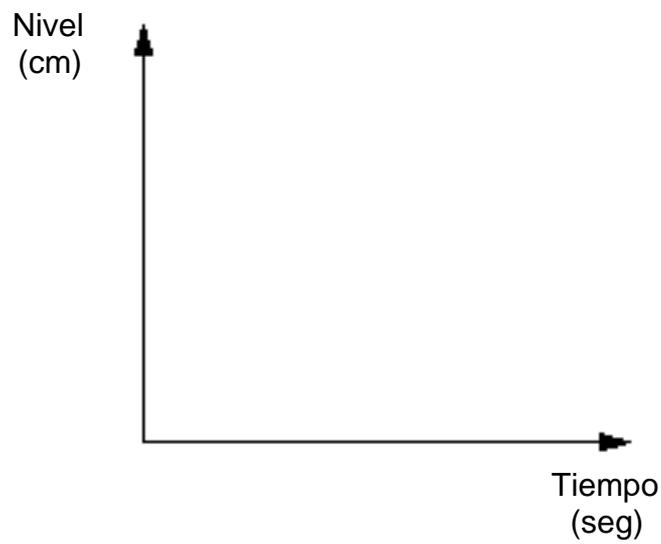


Fig. 12.2

FICHA 12.1

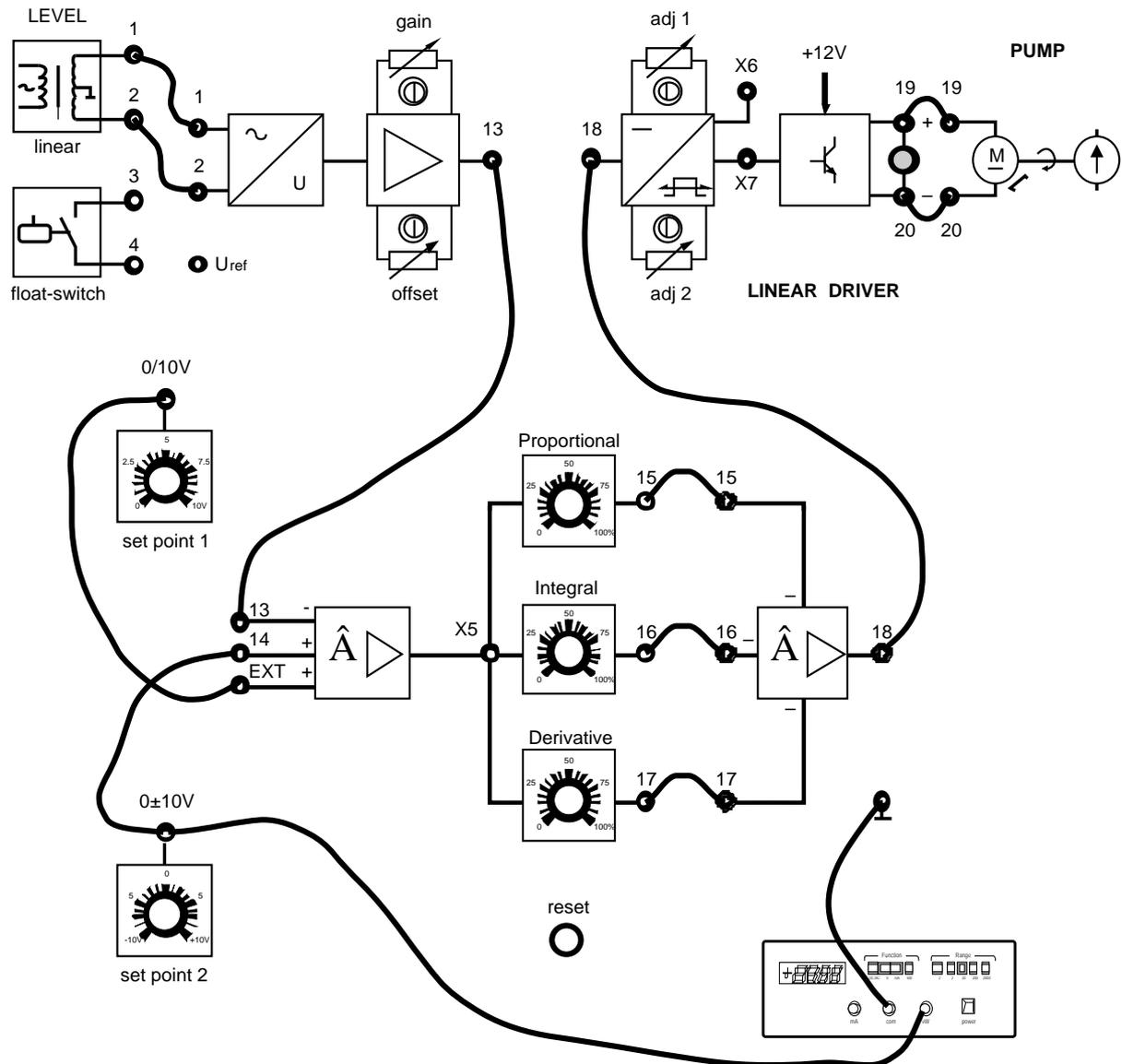


Fig. 12.1

UNIDAD DIDACTICA 13

SENSOR DE CAPACIDAD

- **OBJETIVOS :**
 - Determinar la característica de un transductor de capacidad.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de las principales magnitudes físicas.
 - Principio de funcionamiento de los transductores de capacidad.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Cronómetro.
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado de que se conozcan los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 13.1 que representa el cableado del sensor de capacidad con la respectiva interface (fig. 13.1 y 13.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 10 cm.
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación de la manivela en sentido antihorario).
- â SET POINT 1 0 V.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante los cables, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1, el casquillo 19 al 19, el casquillo 20 al 20 (ficha 13.1 fig. 13.1).
- 2) Asegurarse de que el nivel del agua en el depósito sea de 10 cm.
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Arrancar la bomba regulando la tensión en el SET POINT 1 a 10 V.
- 5) Regular la válvula MAN VALVE para que podamos leer en el indicador de capacidad FLOW METER 100 litros/h : si la capacidad indicada tuviese un valor ligeramente inferior, regular la MAN VALVE hasta alcanzar el valor inmediatamente inferior.
- 6) Girar ligeramente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta que el nivel de agua alcance los 10 cm y cerrar las válvulas.
- 7) Arrancar la bomba regulando la tensión en SET POINT 1 a 10 V y poner en marcha contemporáneamente el cronómetro.
- 8) Leer el valor indicado por el medidor de capacidad FLOW METER y anotarlo.
- 9) Esperar a que el nivel del agua haya alcanzado la altura de 13 cm y parar el cronómetro junto con la bomba.
- 10) Anotar el valor leído en el cronómetro.
- 11) Girar lentamente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta que el nivel del agua en el depósito alcance los 10 cm y cerrar las válvulas.
- 12) Repetir el procedimiento a partir del punto 4 : los dos valores leídos en el cronómetro tienen que coincidir.
- 13) Poner en OFF el interruptor general.
- 14) Calcular la capacidad de la bomba y verificar que el valor coincida con el leído en el indicador de capacidad (indicador de flujo).
NOTA : Diámetro del depósito 17,5 cm.

$$\begin{aligned} \text{Volumen del depósito} &= \text{área de base por altura} \\ &= 244.406 \times 3 = 721.218 \text{ cm}^3. \\ \text{Capacidad} &= \text{volumen/tiempo (cm}^3\text{/seg)}. \\ 1 \text{ cm}^3\text{/seg} &= 3,6 \text{ litros/h.} \end{aligned}$$
- 15) Conectar los casquillos 5 y 6 del sensor de capacidad FLOW a los casquillos 5 y 6 de la respectiva interface (fig. 13.2).
- 16) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 y el otro en el casquillo de masa.
- 17) Regular el trimmer OFFSET hasta leer en el multímetro el valor 0 V.
- 18) Poner en ON el interruptor general.
- 19) Girar ligeramente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 20) Arrancar la bomba regulando la tensión en el SET POINT 1 a 10 V.

- 21) Regular el trimmer GAIN hasta leer en el multímetro el valor 10 V en caso de que la capacidad leída sea de 100 litros/h, o de 9 V en caso de que la capacidad leída en cambio fuera de 90 litros/h : de esta forma habremos efectuado el calibrado del sensor de capacidad estableciendo, para 10 litros/h - 1 V.
- 22) Regular la válvula MAN VALVE para cada valor de capacidad indicado en la tabla 13.1 y anotar los valores de tensión leídos en el voltímetro.
- 23) Poner en OFF el interruptor general.
- 24) Cerrar las válvulas NEEDLE VALVE y DRAIN VALVE.
- 25) Trazar el diagrama de la tensión en función de la capacidad en la figura 13.3.

Capacidad (litros/h)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Tensión (V)										

TABLA 13.1

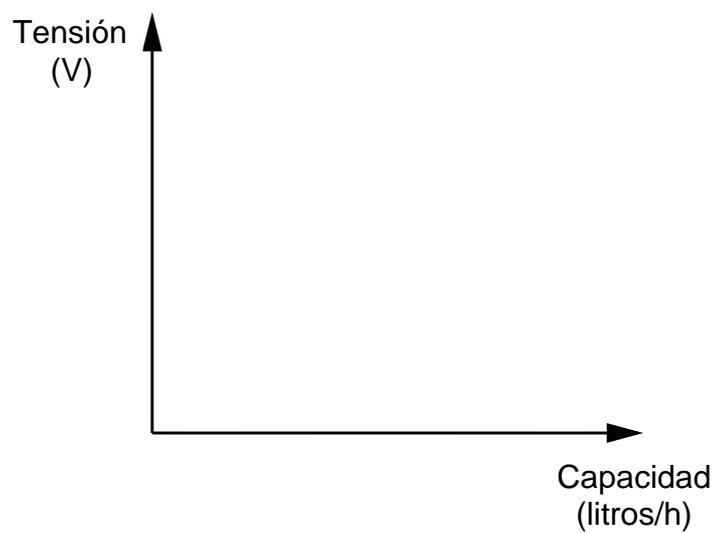


Fig. 13.3

FICHA 13.1

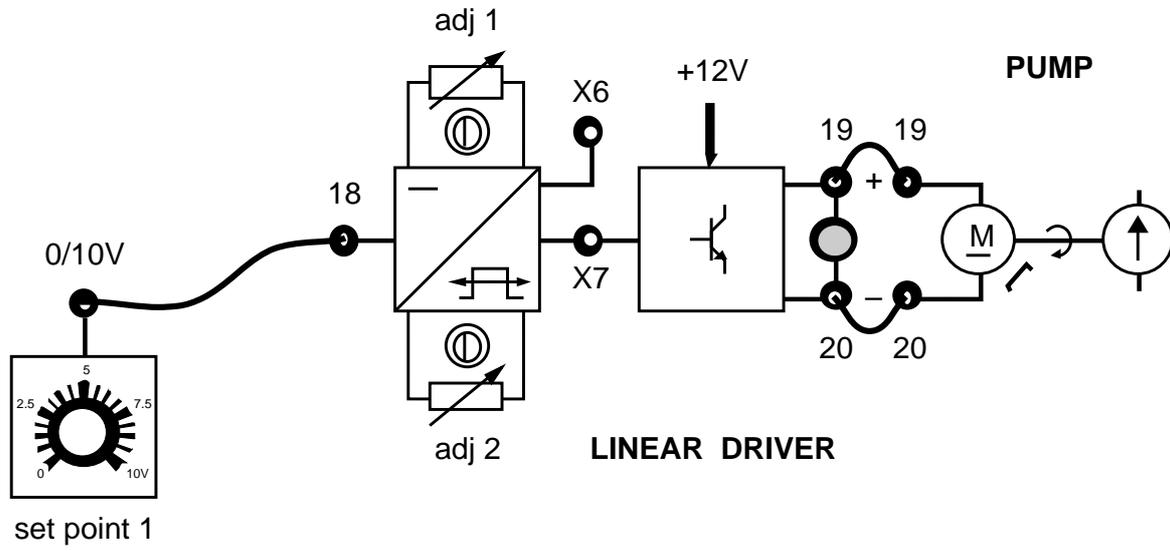


Fig. 13.1

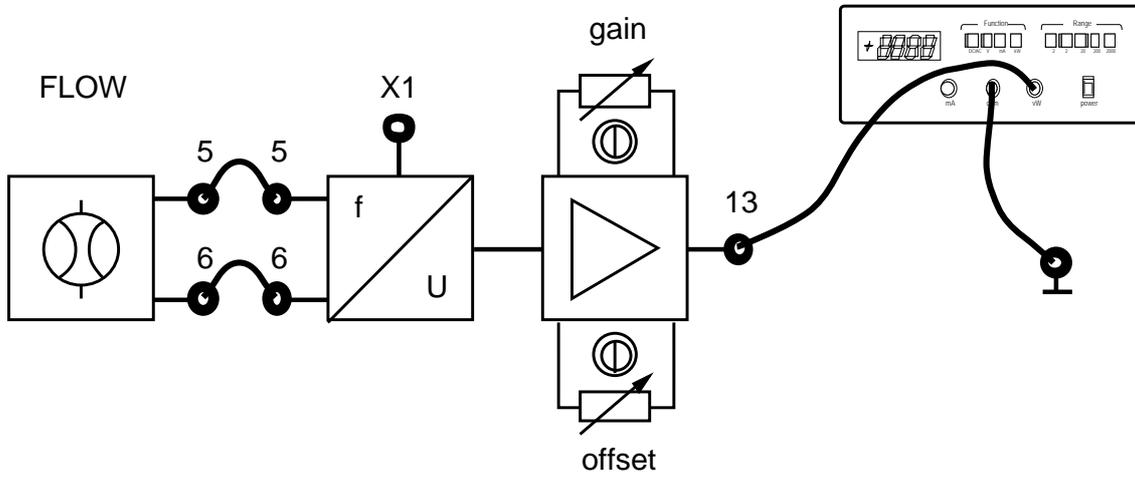


Fig. 13.2

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 14

**CONTROL PROPORCIONAL DE LA
CAPACIDAD CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar el funcionamiento de una válvula proporcional en el control de la capacidad.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado.
 - Principio de funcionamiento de una válvula proporcional.
 - Conocimiento de la Unidad Didáctica 13.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado el conocimiento de los prerequisites, entrega al alumno la Ficha 14.1 que representa el cableado del control (fig. 14.1 y fig. 14.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera.

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â AIR VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.	
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 14.1 fig. 14.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 14.1 fig. 14.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Conectar el casquillo 5 del Sensor de capacidad al casquillo de la respectiva interface y el casquillo 6 al 6 (ficha 14.1 fig. 14.1).
- 5) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface del sensor de capacidad al casquillo 13 del regulador PID (ficha 14.1 fig. 14.2).
- 6) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 2 y el otro en el casquillo de masa.
- 7) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 8) Conectar el casquillo 21 del MOTOR DRIVER con el casquillo 21 y el casquillo 22 con el 22 (ficha 14.1 fig. 14.2).
- 9) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15 y el casquillo 18 al 18 del MOTOR DRIVER (ficha 14.1 fig. 14.1).
- 10) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 11) Arrancar la bomba regulando la tensión en el SET POINT 1 a 10 V.
- 12) Regular la tensión en SET POINT 2 a 2 V : la válvula motorizada MOTOR VALVE empieza a cerrarse (rotación horaria) para regular la capacidad al valor del set point impuesto, oscilando ligeramente antes de pararse.
- 13) Regular la tensión en SET POINT 2 a 3 V : la válvula motorizada se abre haciendo que aumente la capacidad.
- 14) Observar la respuesta mientras la capacidad se establece en un nuevo valor y anotar dicho valor leído en el indicador de flujo ya sea con 2 V o con 3 V.
- 15) Repetir todas las operaciones anteriores regulando la manivela PROPORTIONAL en principio al 50 % después al 75 % y para acabar al 100 % y observar lo que pasa : la válvula podría oscilar continuamente sin encontrar un punto de estabilidad.
- 16) Buscar el valor, entre los impuestos y los intermedios, de mayor estabilidad y anotarlo.
- 17) Poner en OFF el interruptor general.
- 18) Cerrar la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 19) Analizar los resultados.

FICHA 14.1

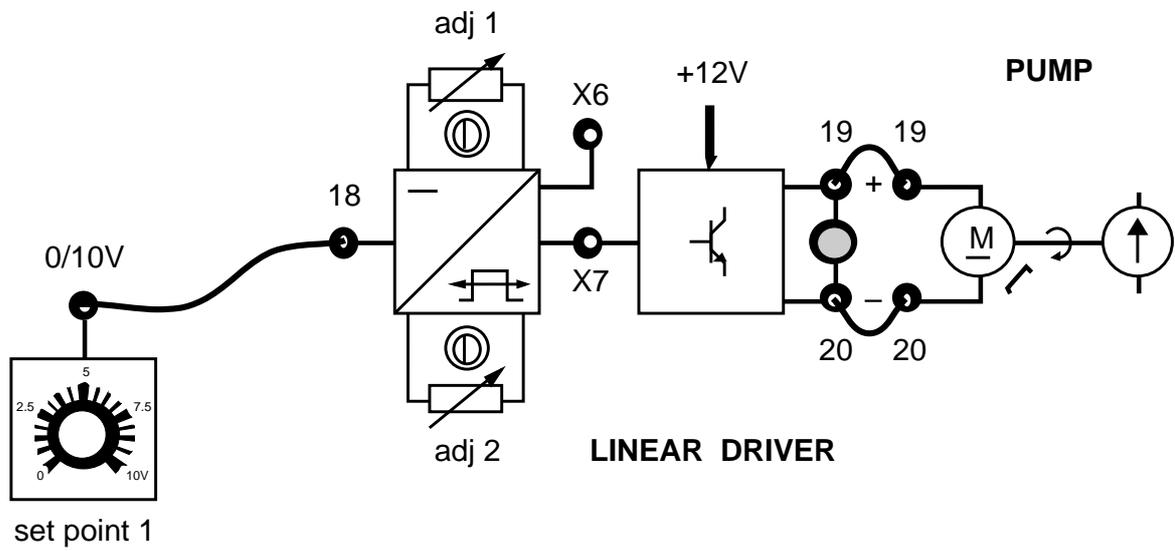


Fig. 14.1

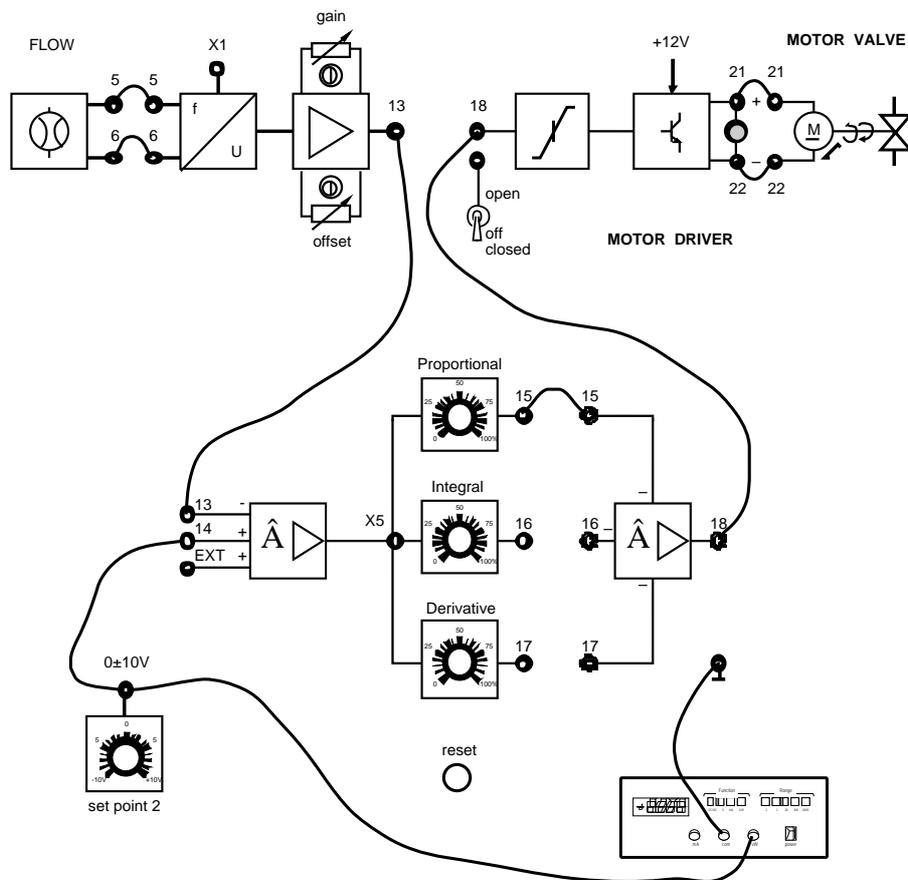


Fig. 14.2

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 15

**CONTROL PROPORCIONAL - INTEGRAL
DE LA CAPACIDAD CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar el funcionamiento de una válvula proporcional en el control de la capacidad.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimientos del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado.
 - Principio de funcionamiento de una válvula proporcional.
 - Conocer la Unidad Didáctica 14.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Una vez asegurado de que se conozcan los prerrequisitos, entrega a los alumnos el cableado del control (fig 15.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK).
- â SET POINT 1 0 V.
- â SET POINT 2 0 V.
- â PROPORTIONAL 0 %.
- â INTEGRAL 0 %.
- â DERIVATE 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 15.1 fig 15.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 15.1 fig 15.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Conectar el casquillo 5 del Sensor de capacidad al casquillo 5 de la respectiva interface y el casquillo 6 al 6 (ficha 15.1 fig 15.2).
- 5) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface del sensor de capacidad al casquillo 13 del regulador PID (ficha 15.1 fig 15.1).
- 6) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 2 y el otro en el casquillo de masa.
- 7) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 8) Regular la manivela INTEGRAL al 25 %.
- 9) Conectar el casquillo 21 del MOTOR DRIVER al casquillo 21 y el casquillo 22 al casquillo 22 (ficha 15.1 fig. 15.2).
- 10) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15, el casquillo 16 al casquillo 16 y el casquillo 18 al 18 del MOTOR DRIVER.
- 11) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 12) Arrancar la bomba regulando la tensión en el SET point 1 a 0 V.
- 13) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 2 V : la válvula motorizada MOTOR VALVE empezará a cerrarse (rotación horaria) para regular la capacidad al valor de set point planteado, oscilando ligeramente antes de pararse.
- 14) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 3 V : la válvula motorizada se abre haciendo que aumente la capacidad.
- 15) Observar la respuesta mientras la capacidad se establece en el nuevo valor y anotar el valor de la capacidad, leído en el indicador de flujo, ya sea con 2 V que con 3 V.
- 16) Repetir todas las operaciones anteriores regulando la manivela INTEGRAL al 50 %, después al 75 % y para acabar al 100%, dejando la PROPORTIONAL al 25 % y observar lo que sucede.
- 17) Apretar el botón RESET para poner en cero el integrador, es decir descargar los condensadores de integración del circuito antes de plantear un nuevo valor en INTEGRAL.
- 18) Buscar el valor, entre los planteados, que tenga mayor estabilidad y anotarlo.
- 19) Poner en OFF el interruptor general.
- 20) Cerrar la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 21) Desmontar todas las conexiones.
- 22) Analizar los resultados.

FICHA 15.1

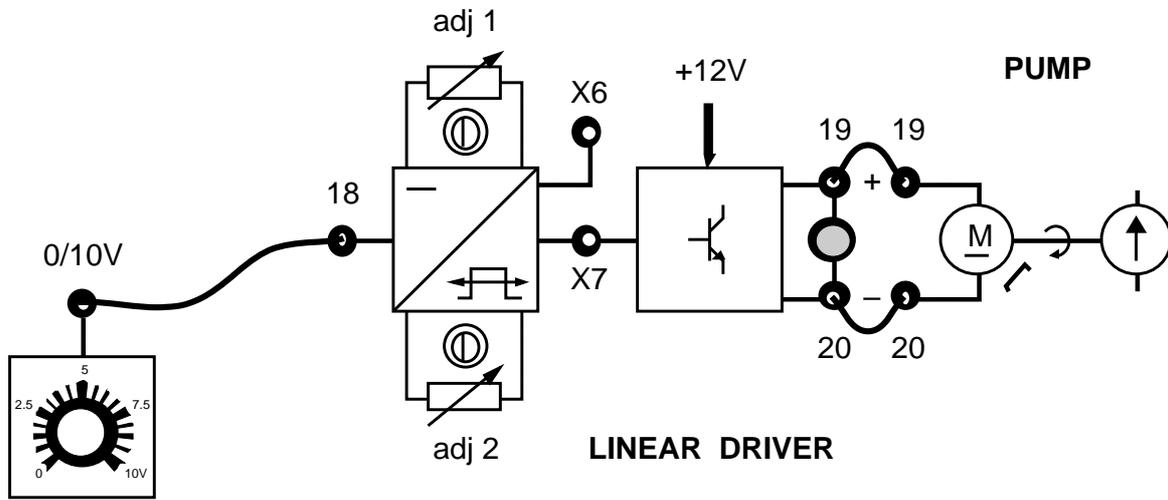


Fig. 15.1

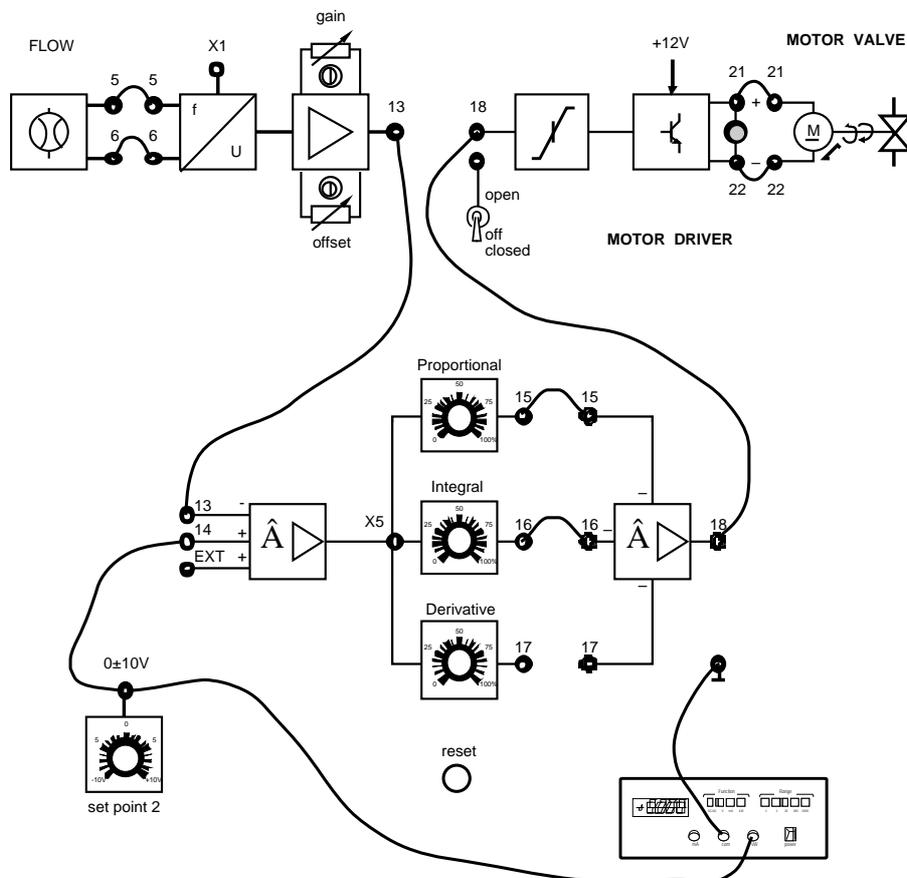


Fig. 15.2

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 16

**CONTROL PROPORCIONAL - DERIVATIVO
DE LA CAPACIDAD CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar el funcionamiento de una válvula proporcional en el control de la capacidad.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocer el funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado.
 - Principio de funcionamiento de una válvula proporcional.
 - Conocer la Unidad Didáctica 14.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado de que se conozcan los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 16.1 que representa el cableado del control (fig 16.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â AIR VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.	
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 16.1 fig 16.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER (ficha 16.1 fig 16.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Conectar el casquillo 5 del Sensor de capacidad al casquillo 5 de la respectiva interface y el casquillo 6 al casquillo 6 (ficha 16.1 fig 16.2).
- 5) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface del sensor de capacidad al casquillo 13 del regulador PID (ficha 16.1 fig 16.2).
- 6) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 2 y el otro en el casquillo de masa.
- 7) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 8) Regular la manivela DERIVATE al 25 %.
- 9) Conectar el casquillo 21 del MOTOR DRIVER al casquillo 21 y el casquillo 22 al casquillo 22 (FICHA 16.1 FIG 16.2).
- 10) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15, el casquillo 17 al casquillo 17 y el casquillo 18 al casquillo 18 del MOTOR DRIVER (ficha 16.1 fig 16.2).
- 11) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 12) Arrancar la bomba regulando la tensión en el SET POINT 1 A 10 V.
- 13) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 2 V : la válvula motorizada MOTOR VALVE empieza a cerrarse (rotación horaria) para regular la capacidad al valor de set point planteado, oscilando ligeramente antes de pararse.
- 14) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 3 V : la válvula motorizada se abre haciendo aumentar la capacidad.
- 15) Observar la respuesta mientras la capacidad se estabiliza en el nuevo valor y anotar el valor de la capacidad leída en el indicador de flujo ya sea a 2 V que a 3 V.
- 16) Repetir todas las operaciones anteriores regulando la manivela DERIVATE al 50 %, después al 75 % y para acabar al 100 %, dejando la PROPORTIONAL al 25 % y observar lo que sucede.
- 17) Buscar el valor, entre los planteados, de mayor estabilidad y anotarlo.
- 18) Poner en OFF el interruptor general.
- 19) Cerrar la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE.
- 20) Desmontar todos las conexiones.
- 21) Analizar los resultados.

FICHA 16.1

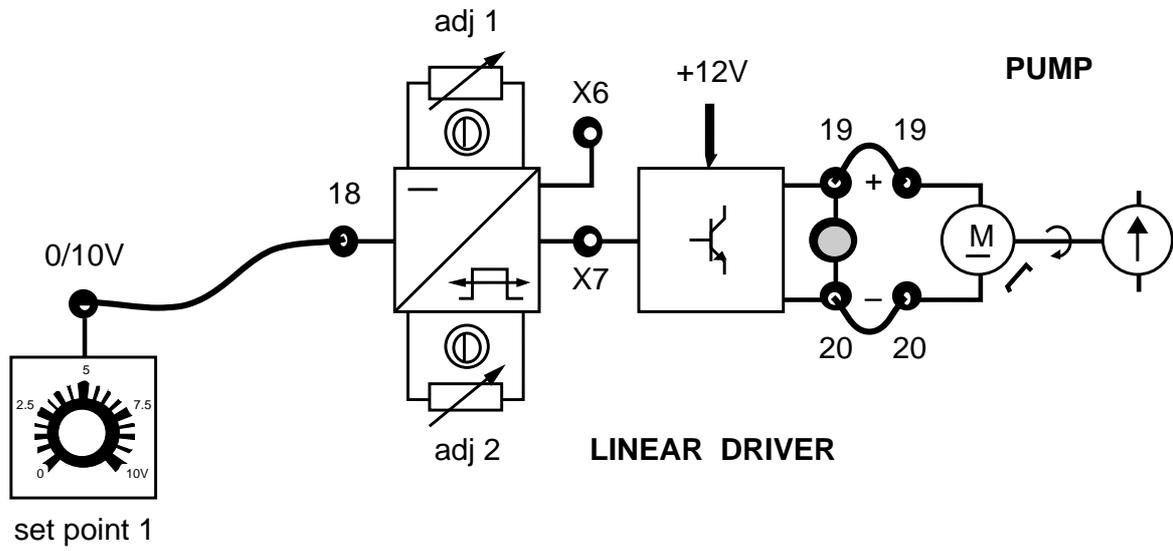


Fig. 16.1

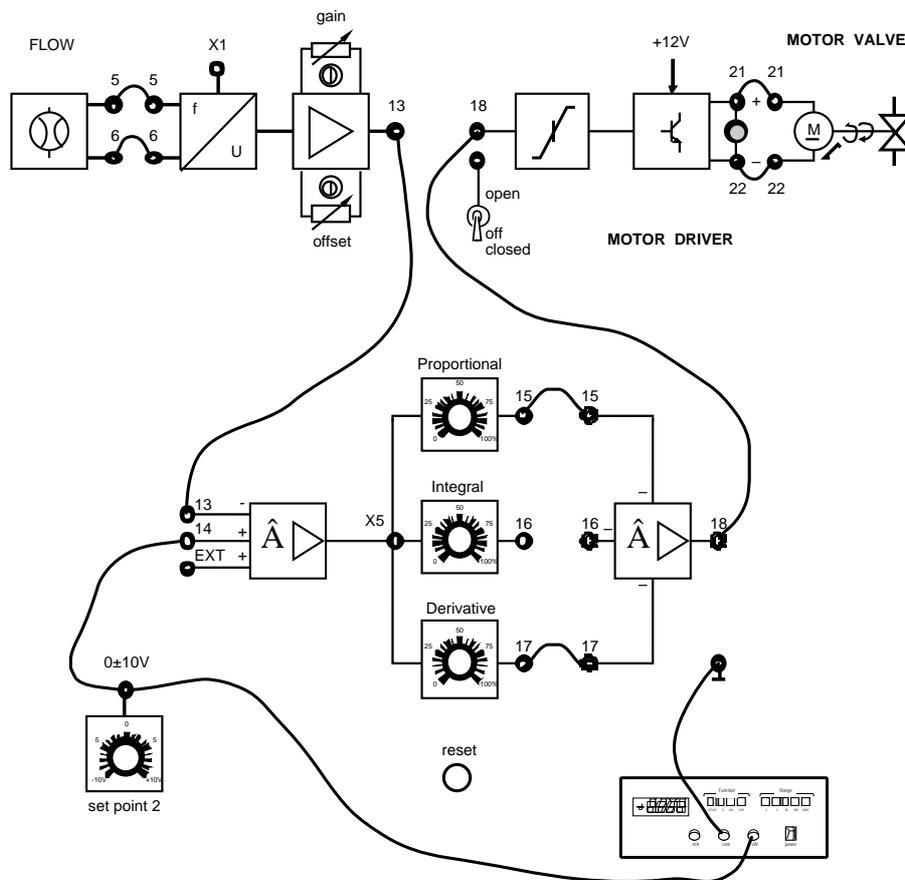


Fig. 16.2

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 17

**CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO
DE LA CAPACIDAD CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar el funcionamiento de una válvula proporcional en el control de la capacidad.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocer el funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado de acción proporcional-integral-derivativa
 - Principio del funcionamiento de una válvula proporcional.
 - Conocimiento de las Unidades Didácticas 14, 15 y 16.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, analiza con los alumnos los resultados de los ejercicios contenidos en las Unidades Didácticas 14, 15 y 16 y les entrega la Ficha 17.1 que representa el cableado del control (ficha 17.1 fig. 17.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â AIR VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.	
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Determinar el valor de K_p en el que se instauran oscilaciones casi permanentes siguiendo el procedimiento indicado en la Unidad Didáctica 14 : el valor de la posición de K_p , en el que se instauran las oscilaciones. se tiene que reducir de aprox. 0,6 veces.
- 2) Fijado el valor de K_p determinar el valor ideal de K_p siguiendo el procedimiento indicado en la Unidad Didáctica 15.
- 3) Excluir el valor optimal de K_p siguiendo el procedimiento indicado en la Unidad Didáctica 16.
- 4) Determinar el valor optimal de K_p siguiendo el procedimiento indicado en le Unidad Didáctica 16.
- 5) Utilizar contemporáneamente las acciones proporcionales, integral y derivativa y realizar los ejercicios siguiendo las indicaciones contenidas en las Unidades Didácticas 14, 15 y 16 (ficha 17.1 fig 17.1 y 17.2).

FICHA 17.1

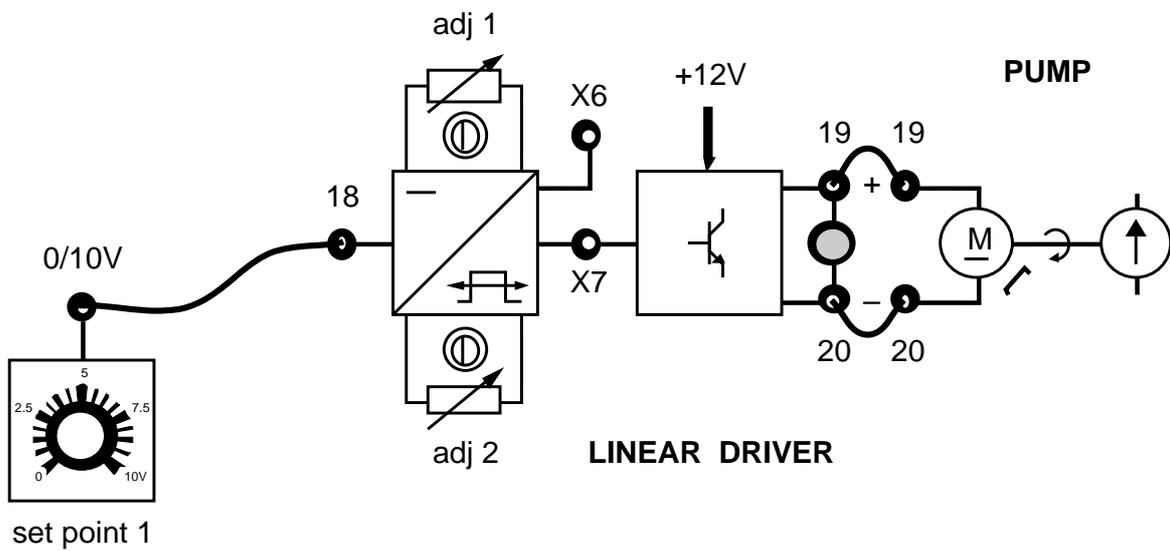


Fig. 17.1

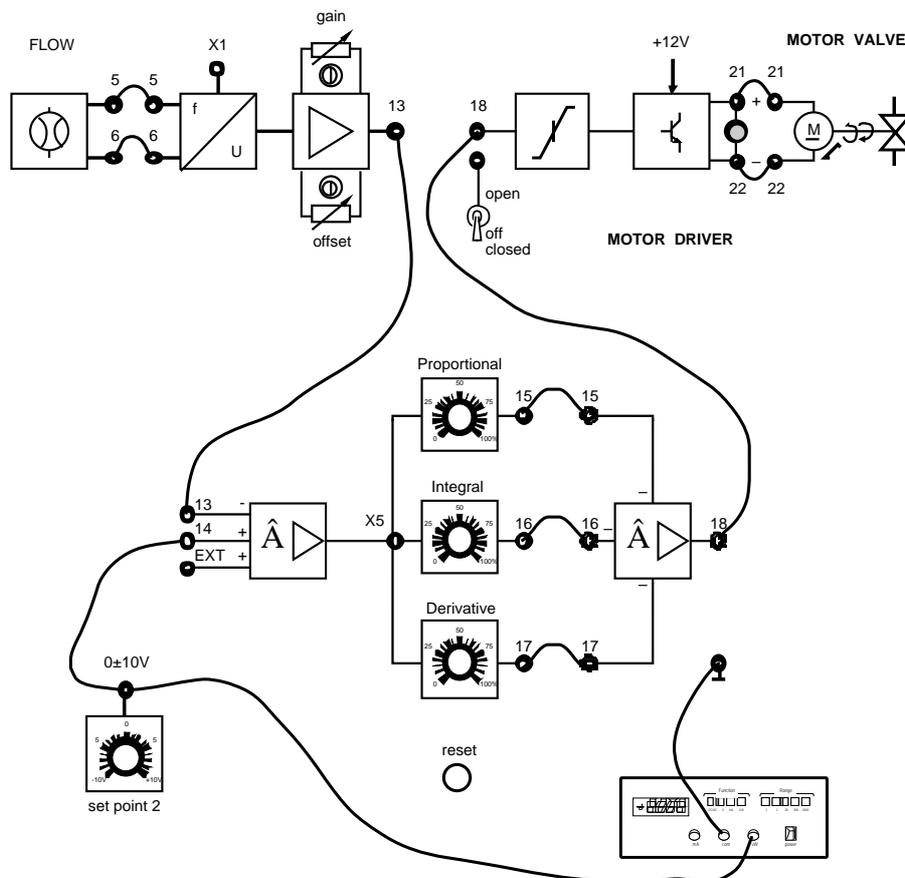


Fig. 17.2

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 18

SENSOR DE TEMPERATURA

- **OBJETIVOS :**
 - Conocer las principales magnitudes físicas.
 - Principio de funcionamiento de las termorresistencias.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de las principales magnitudes físicas.
 - Principio de funcionamiento de las termorresistencias.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 18.1 que representa el cableado del sensor de temperatura con la respectiva interface (fig 18.1 y 18.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 10 cm.
- â AIR VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â SET POINT 1 0 V.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Apretar el interruptor general (ON).
- 2) Introducir un terminal de un multímetro digital (Ohmímetro) en el casquillo 7 y el otro en el casquillo 8 del resistor TESTER.
- 3) Regular el trimmer TESTER hasta leer el valor 100 Ohm (resistencia de la PT 100 a 0 °C).
- 4) Utilizar el multímetro como voltímetro, preparado en corriente continua, y colocar un terminal en el casquillo X3 y el otro en la masa.
- 5) Conectar, mediante los cables, los casquillos 7 y 8 del TESTER a los casquillos 7 y 8 del INPUT INTERFACE.
- 6) Regular el trimmer OFFSET hasta leer en el voltímetro el valor 0 V.
- 7) Quitar los cables de los casquillos 7 y 8 del TESTER e introducir los terminales del multímetro.
- 8) Utilizar el multímetro como ohmímetro y regular el trimmer TESTER hasta leer el valor 138,5 ohmios (resistencia de la PT 100 a 100 °C).
- 9) Utilizar el multímetro como voltímetro y poner un terminal en el casquillo 13 y el otro en la masa.
- 10) Conectar los casquillos 7 y 8 TESTER a los casquillos 7 y 8 del INPUT INTERFACE.
- 11) Regular el trimmer GAIN hasta leer en el multímetro el valor 10 V : de esta forma habremos efectuado el calibrado del sensor de temperatura estableciendo para 10 °C, 1V.
- 12) Quitar los cables de los casquillos 7 y 8 del TESTER y conectarlos a los casquillos 7 y 8 del sensor de temperatura (ficha 18.1 fig 18.1).
- 13) Conectar el casquillo 23 del PWM DRIVER al casquillo 23 y el casquillo 24 al 24 (ficha 18.1 fig 18.2).
- 14) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del PWM DRIVER.
- 15) Asegurarse que el nivel del agua esté a 10 cm.
- 16) Regular la tensión en el SET POINT 1 a 10 V : el elemento calefactor empieza a funcionar.
- 17) Introducir un terminal del voltímetro, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 del interface de temperatura y el otro en el casquillo de masa.
- 18) Leer en el voltímetro los valores de tensión correspondientes a los distintos valores de temperatura indicados por el termómetro.
- 19) Anotar en la tabla 18.1 el valor de tensión para cada valor de temperatura indicado.
- 20) Poner en OFF el interruptor general.
- 21) Desmontar todas las conexiones.
- 22) Abrir completamente AIR VALVE (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- 23) Trazar el diagrama de la tensión en función de la temperatura en la figura 18.3.
- 24) Analizar los resultados.

Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
Tensión (V)											

TABLA 18.1

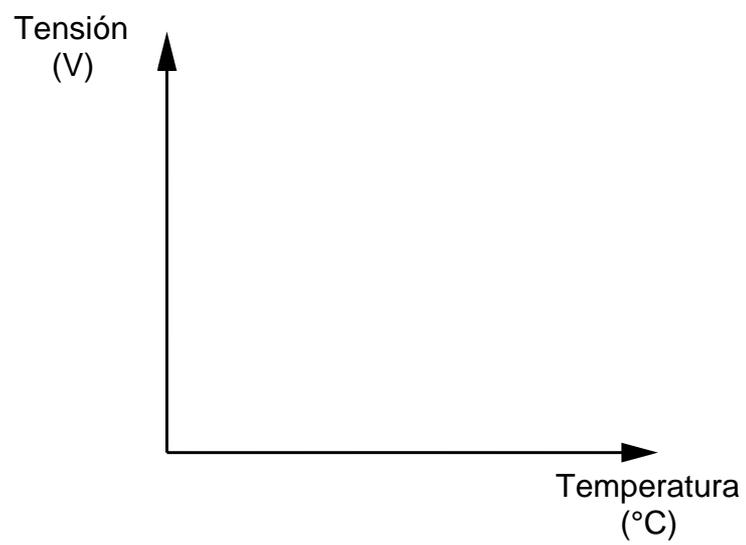


Fig. 18.3

FICHA 18.1

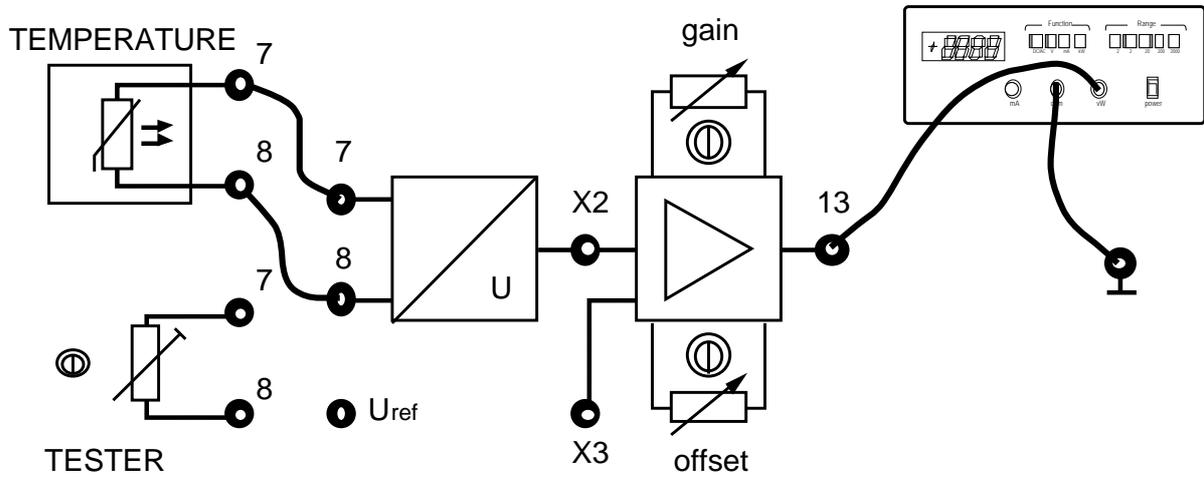


Fig. 18.1

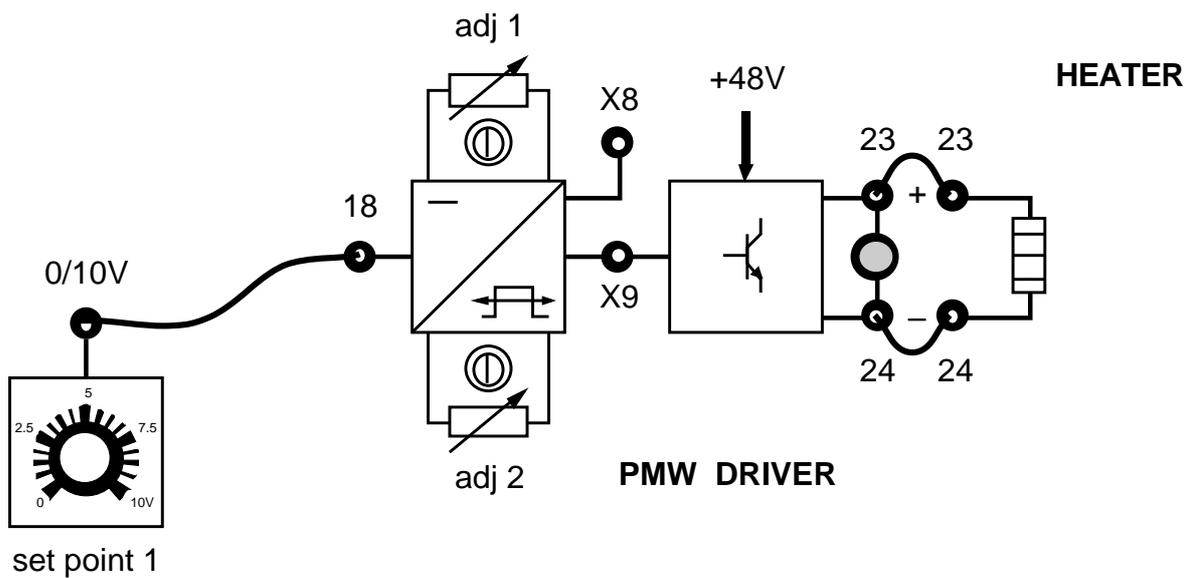


Fig. 18.2

UNIDAD DIDACTICA 19

**MEDIDA DE LAS CARACTERISTICAS
DEL CALENTADOR**

- **OBJETIVOS :**
 - Estudiar la potencia térmica del calentador.
 - Representar el diagrama de la temperatura del agua en función del tiempo.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de la transmisión de energía bajo forma de calor en los líquidos.
 - Conocer la Unidad Didáctica 18.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Cronómetro.
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado de que se conozcan los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 19.1 que representa el cableado del control ON-OFF DRIVER (fig 19.1 y 19.2). y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â AIR VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 8 cm.
- â SET POINT 1 0 V.
- â SET POINT 2 0 V.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Probar la interface del calentador (PWM DRIVER) siguiendo el procedimiento de calibrado descrito, para la interface de la bomba, en la Unidad Didáctica 2.
- 2) Conectar, mediante cables, el casquillo 23 del PWM DRIVER al casquillo 23 y el casquillo 24 al casquillo 24 (ficha 19.1 fig 19.2).
- 3) Conectar el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 19.1 fig 19.1).
- 4) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER.
- 5) Apretar el interruptor general (ON).
- 6) Regular la tensión en el SET POINT 1 hasta arrancar la bomba;.
- 7) Esperar a que el nivel del agua haya alcanzado los 10 cm de altura y volver a poner la tensión en el SET POINT 1 a 0 V.
- 8) Regular la tensión en el SET POINT 2 a 10 V.
- 9) Conectar los casquillos 7 y 8 del sensor de temperatura a los casquillos 7 y 8 de la respectiva interface (ficha 19.1 fig 19.3).
- 10) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 de la interface de temperatura y el otro en el casquillo de masa (ficha 19.1 fig 19.3).
- 11) Anotar en la tabla 19.1 el valor de la temperatura inicial leído en el voltímetro ($1\text{ V} = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- 12) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 18 del PWM DRIVER y accionar contemporáneamente el cronómetro.
- 13) Anotar en la tabla 19.1 el tiempo que transcurre para lograr las temperaturas nominadas.
- 14) Poner en OFF el interruptor general.
- 15) Desmontar todas las conexiones.
- 16) Trazar el diagrama de la temperatura en función del tiempo en la figura 19.4.
- 17) Calcular la potencia del calentador.
- 18) Representar la característica estática del calentador en la figura 19.5.

Temperatura (°C)	Temp. inicial	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Tiempo (seg)	0											

TABLA 19.1

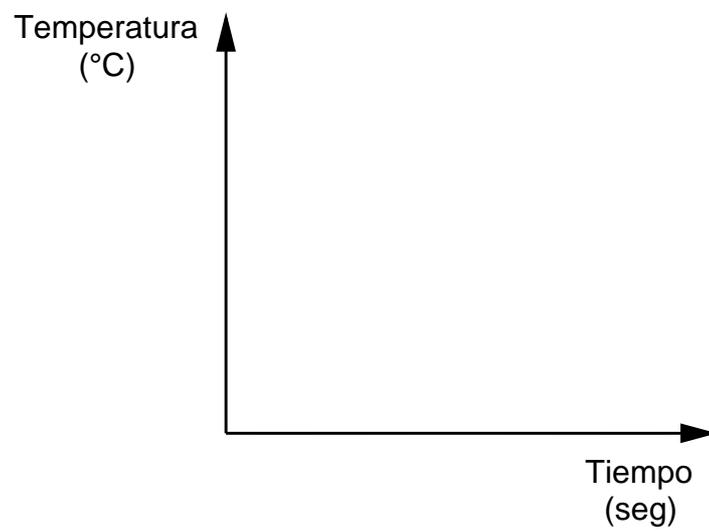


Fig. 19.4

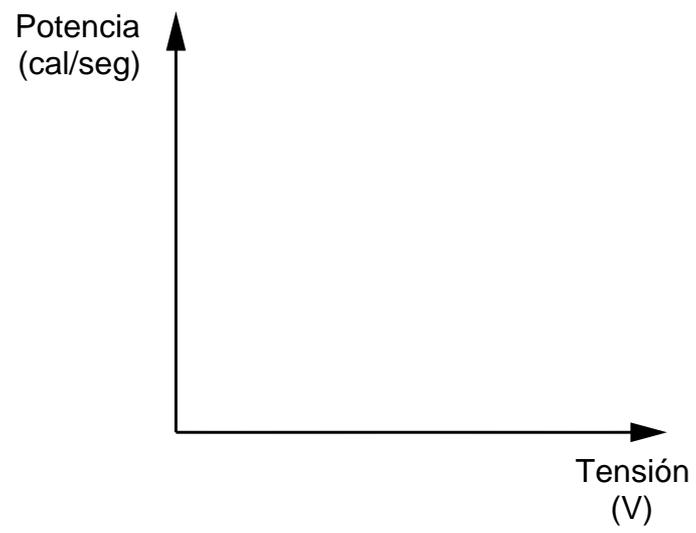


Fig. 19.5

FICHA 19.1

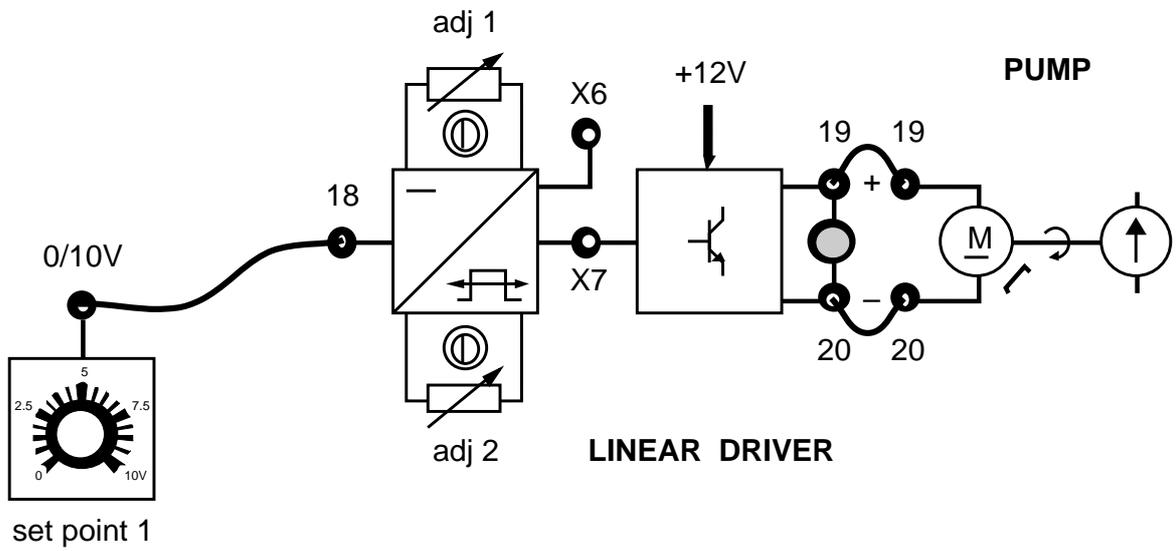


Fig. 19.1

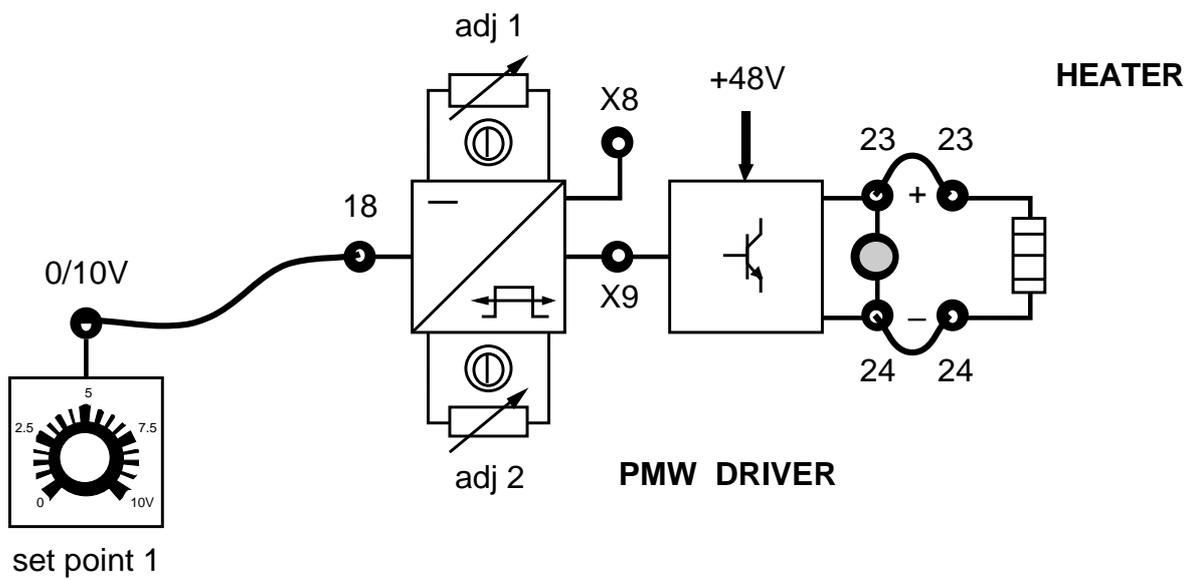


Fig. 19.2

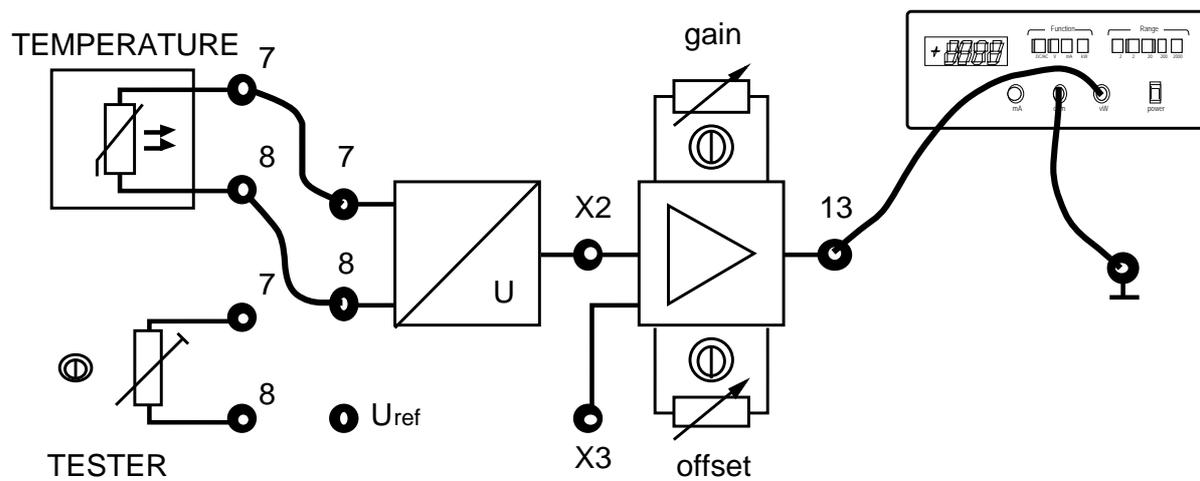


Fig. 19.3

UNIDAD DIDACTICA 20

CONTROL ON - OFF DE LA TEMPERATURA

- **OBJETIVOS :**
 - Comprender el funcionamiento de un sistema de control ON-OFF de temperatura con anillo cerrado.
 - Entender los efectos de la histéresis sobre el control.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocer el funcionamiento de un sistema de control ON-OFF con anillo cerrado.
 - Conocimiento de las Unidades Didácticas 18 y 19.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado de que se conocen los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 20.1 que representa el cableado del control ON-OFF (fig 20.1 y 20.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua del depósito (PROCESS TANK) a 10 cm.
- â AIR VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Manivela SET POINT 1 0 V.
- â Manivela SET POINT 2 0 V.
- â Manivela Hystéresis 0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 20.1 fig 20.1).
- 2) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 18 del LINEAR DRIVER.
- 3) Conectar el casquillo 23 del PWM DRIVER al casquillo 23 y el casquillo 24 al 24 (ficha 20.1 fig 20.2).
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Asegurarse de que el agua en el depósito esté a 10 cm de altura, en caso contrario alcanzar el nivel arrancando la bomba.
- 6) Conectar los casquillos 7 y 8 del sensor de temperatura a los casquillos 7 y 8 de la respectiva interface (ficha 20.1 fig 20.2).
- 7) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 14 del regulador ON-OFF y el casquillo 13 del interface de temperatura al casquillo 13 del regulador ON-OFF (ficha 20.1 fig 20.1)
- 8) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 20.1 fig 20.2).
- 9) Regular la tensión en el SET POINT 1 a 3 V (30 °C) : el valor de tensión leído, multiplicado por 10, corresponde al valor de temperatura en °C.
- 10) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 18 del sensor de temperatura y anotar en la tabla 20.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en °C.
- 11) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X4 del regulador ON-OFF : el valor de tensión leído tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13.
- 12) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 18 del sensor de temperatura.
- 13) Conectar el casquillo 18 del regulador ON-OFF al casquillo 18 del PWM DRIVER y accionar contemporáneamente el cronómetro : el calentador entrará inmediatamente en función (LED encendido), la temperatura del agua aumenta como también aumenta el valor de tensión leído en el voltímetro.
- 14) La temperatura del agua, alcanzado el valor set point, pone la salida del regulador ON-OFF a una tensión de aprox. -10 V que desactiva el calentador (LED apagado) : anotar en la tabla 20.1 el tiempo de subida de la temperatura leído en el cronómetro y el valor de tensión, correspondiente al límite superior de set point, después de haberlo convertido en °C.
- 15) Nada más que la temperatura empieza a disminuir se determina una pequeña diferencia de tensión entre los casquillos 14 y 13 que pone la salida del regulador ON-OFF a una tensión de aprox. 10 V reactivando el calentador : anotar en la tabla 20.1 el tiempo de bajada de la temperatura y el valor de tensión, correspondiente al límite inferior de set point después de haberlo convertido en °C.
- 16) El calentador permanece en función hasta cuando la temperatura anterior se restablece: anotar en la tabla 20.1 el tiempo de subida de la temperatura y el valor de tensión, correspondiente al límite superior de set point, después de haberlo convertido en °C: el ciclo se repetitivo.

- 17) Repetir la medida del tiempo de subida y de bajada unas cuantas veces anotando los resultados.
- 18) Regular la histéresis al 25 % y medir el tiempo de subida y de bajada de la temperatura entre encendido y apagado del calentador : anotar los resultados en la tabla 20.2.
- 19) Poner en OFF el interruptor general.
- 20) Desmontar todas las conexiones.
- 21) Representar el diagrama de la característica de la histéresis en las fig 20.3 y 20.4.

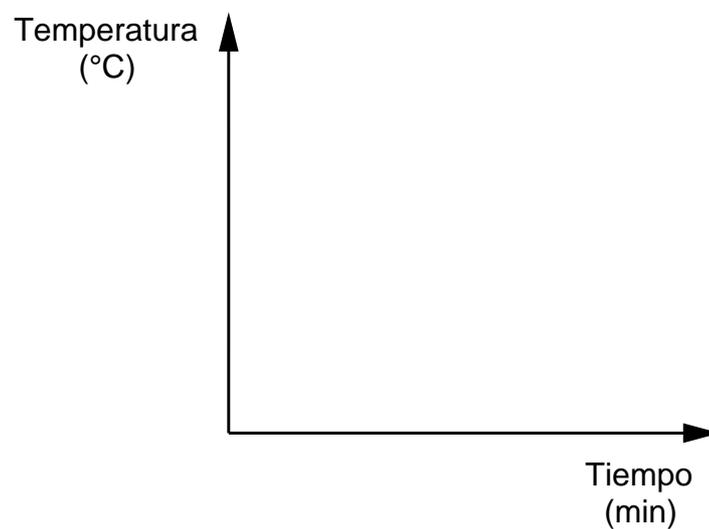
NOTA : La temperatura del agua se puede disminuir introduciendo en el depósito agua fría, teniendo cuidado de restablecer el nivel en el depósito a 10 cm.

Hystéresis %	0
Set Point (°C)	30
Temperatura salida (°C)	
Tiempo salida temperatura (min)	
Límite superior Set Point (°C)	
Tiempo bajada temperatura (min)	
Límite inferior Set Point (°C)	

TABLA 20.1

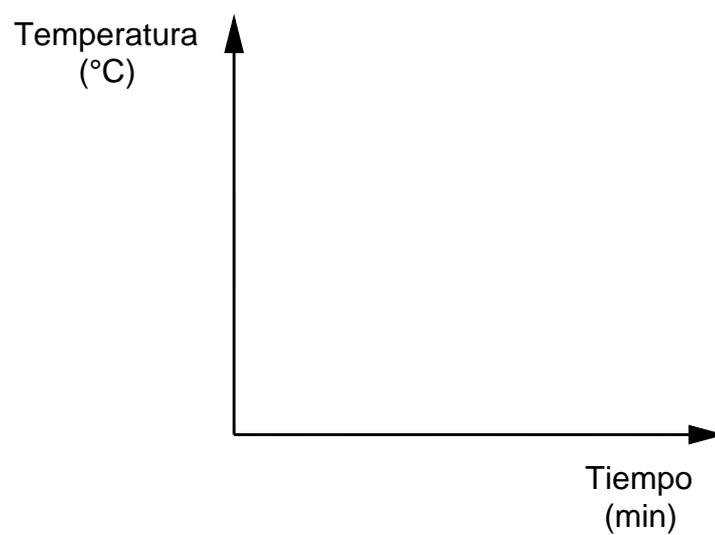
Hystéresis %	5
Set Point (°C)	30
Límite inferior Set Point (°C)	
Tiempo salida temperatura (min)	
Límite superior Set Point (°C)	
Tiempo bajada temperatura (min)	

TABLA 20.2



Hystéresis 0%

Fig. 20.3



Hystéresis 5%

Fig. 20.4

FICHA 20.1

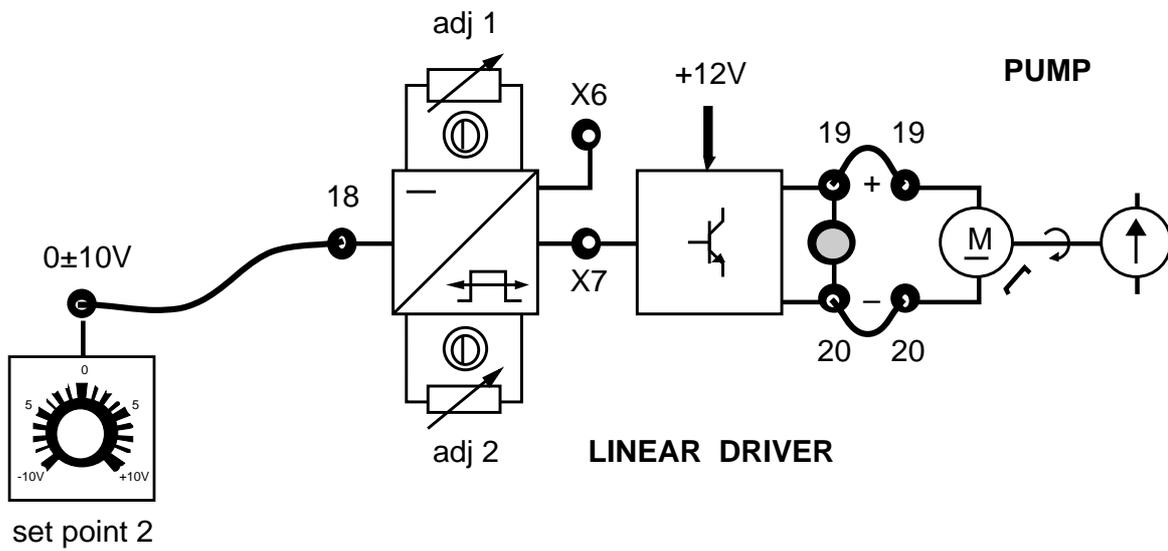


Fig. 20.1

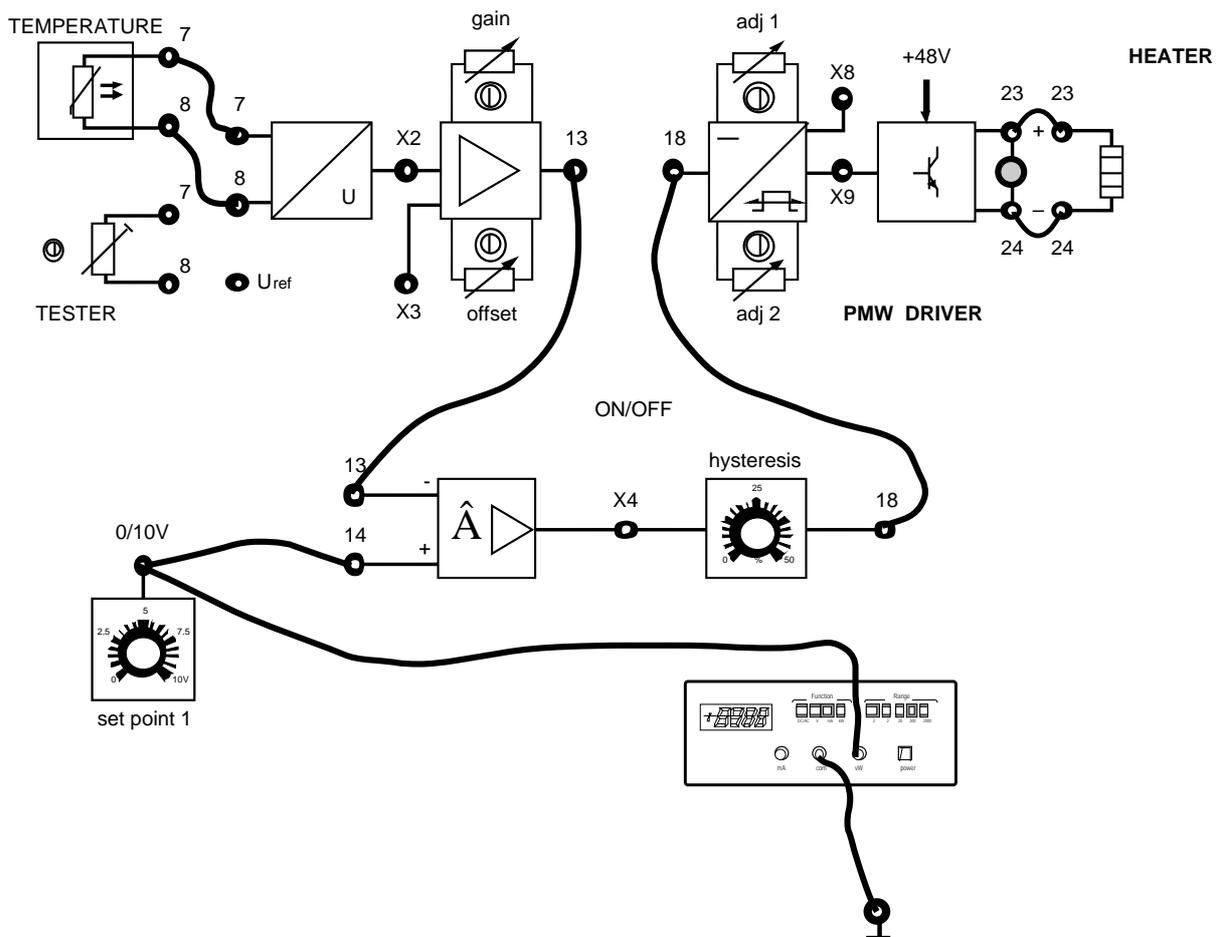


Fig. 20.2

UNIDAD DIDACTICA 21

**CONTROL PROPORCIONAL DE LA
TEMPERATURA CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado de que se conocen los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 21.1 que representa el cableado del control (fig 21.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 10 cm.	
â AIR VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables., el casquillo 23 del PWM DRIVER al casquillo 23 y el casquillo 24 al 24 (ficha 21.1 fig 21.1).
- 2) Conectar los casquillos 7 y 8 del sensor de temperatura a los casquillos 7 y 8 de la respectiva interface (ficha 21.1 fig 21.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Asegurarse de que el agua en el depósito esté a 10 cm de altura, en caso contrario restablecer el nivel poniendo en funcionamiento la bomba.
- 5) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface de temperatura al casquillo PID (ficha 21.1 fig 21.1).
- 6) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 del interface de temperatura y el otro en el casquillo de masa (ficha 21.1 fig 21.1) : leer y anotar el valor de tensión que corresponde, multiplicado por 10, a la temperatura inicial.
- 7) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo 13 al casquillo del SET POINT 2 y regular la tensión a 3 V (30 °C).
- 8) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído, que representa el peldaño de referencia, tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13.
- 9) Regular la manivela PROPORTIONAL al 25 %.
- 10) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15.
- 11) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 21.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en °C.
- 12) Conectar el casquillo 18 del regulador PID al casquillo 18 del PWM DRIVER y accionar contemporáneamente el cronómetro.
- 13) Anotar en la tabla 21.1 el valor de tensión, después de haberlo convertido en °C, medido a intervalos de tiempo iguales hasta el agotamiento del transitorio (por ejemplo, cada minuto).
- 14) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído, que se tiene que anotar, representa el error de régimen.
- 15) Quitar momentáneamente el cable del casquillo 18 del regulador PID.
- 16) Vaciar el depósito abriendo las válvulas AIR VALVE y DRAIN VALVE.
- 17) Cerrar la válvula DRAIN VALVE y restablecer el nivel en el depósito a 10 cm.
- 18) Cerrar el AIR VALVE.
- 19) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador Pld : anotar en la tabla 21.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en °C.
- 20) Regular la manivela PROPORTIONAL al 50 % y repetir las operaciones a partir del punto 12.
- 21) Repetir sucesivamente las operaciones con la manivela PROPORTIONAL al 75 % y al 100 %.
- 22) Poner en OFF el interruptor general.
- 23) Trazar las curvas de la respuesta dinámica con anillo cerrado para cada valor de la posición de la manivela PROPORTIONAL.
- 24) Analizar los resultados.

NOTA : *La temperatura inicial del agua, para cada posición de la manivela PROPORTIONAL, debe ser más o menos la misma.*

FICHA 21.1

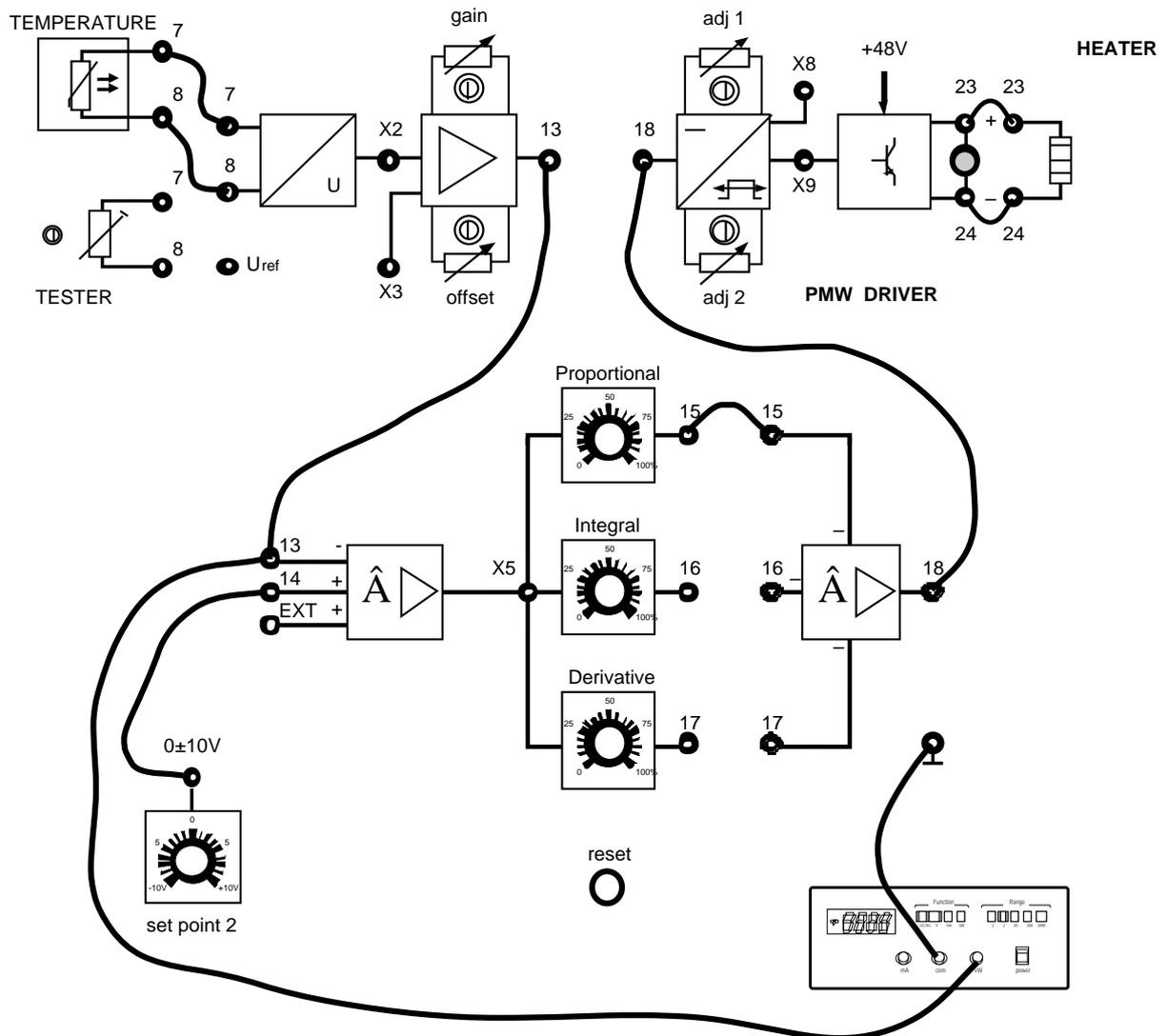


Fig. 21.1

UNIDAD DIDACTICA 22

CONTROL PROPORCIONAL - INTEGRAL DE LA TEMPERATURA CON ANILLO CERRADO

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado y acción proporcional-integral.
 - Conocer la Unidad Didáctica 21.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 22.1 que representa el cableado del control (fig 22.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (rotación en sentido horario de la manivela).	
â AIR VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 23 del PWM DRIVER al casquillo 23 y el casquillo 24 al 24 (ficha 22.1 fig 22.1).
- 2) Conectar los casquillos 7 y 8 del sensor de temperatura a los casquillos 7 y 8 de la respectiva interface (ficha 22.1 fig 22.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Asegurarse de que el nivel del agua en el depósito esté a 10 cm de altura, en caso contrario restablecer dicho nivel arrancando la bomba.
- 5) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface de temperatura al casquillo 13 del regulador PID (ficha 22.1 fig 22.1).
- 6) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 del interface de temperatura y el otro en el casquillo de masa (ficha 22.1 fig 22.1) : leer y anotar el valor de tensión que corresponde, multiplicado por 10, a la temperatura inicial.
- 7) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo 13 al casquillo del SET POINT y regular la tensión a 3 V (30 °C).
- 8) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído, que representa el peldaño de referencia, tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13.
- 9) Regular la manivela PROPORTIONAL al 50 %.
- 10) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15.
- 11) Poner el terminal del casquillo digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 22.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en grados centígrados.
- 12) Regular la manivela INTEGRAL al 25 %.
- 13) Apretar el botón RESET para poner en cero el integrador, es decir, descargar los condensadores de integración del circuito.
- 14) Conectar el casquillo 16 del regulador PID al casquillo 16 y el casquillo 18 al casquillo 18 del PWM DRIVER y accionar contemporáneamente el cronómetro (ficha 22.1 fig 22.1).
- 15) Anotar en la tabla 22.1 el valor de tensión, después de haberlo convertido en °C, medido a intervalos de tiempo iguales hasta el agotamiento del transitorio (por ejemplo cada minuto).
- 16) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído, que se tiene que anotar, representa el error de régimen.
- 17) Quitar momentáneamente el cable del casquillo 18 del regulador PID.
- 18) Vaciar el depósito abriendo las válvulas AIR VALVE y DRAIN VALVE.
- 19) Cerrar la válvula DRAIN VALVE y restablecer el nivel en el depósito a 10 cm.
- 20) Cerrar el AIR VALVE.

- 21) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 22.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en °C.
- 22) Regular la manivela INTEGRAL al 50 %. dejando PROPORTIONAL al 50 % y repetir las operaciones a partir del punto 13.
- 23) Repetir sucesivamente las operaciones con la manivela INTEGRAL al 75 % y al 100 %.
- 24) Poner en OFF el interruptor general.
- 25) Trazar las curvas de la respuesta dinámica con anillo cerrado para cada valor de posición de la manivela INTEGRAL.
- 26) Analizar los resultados.

NOTA : La temperatura inicial del agua, para cada posición de la manivela INTEGRAL, tiene que ser aprox. la misma.

FICHA 22.1

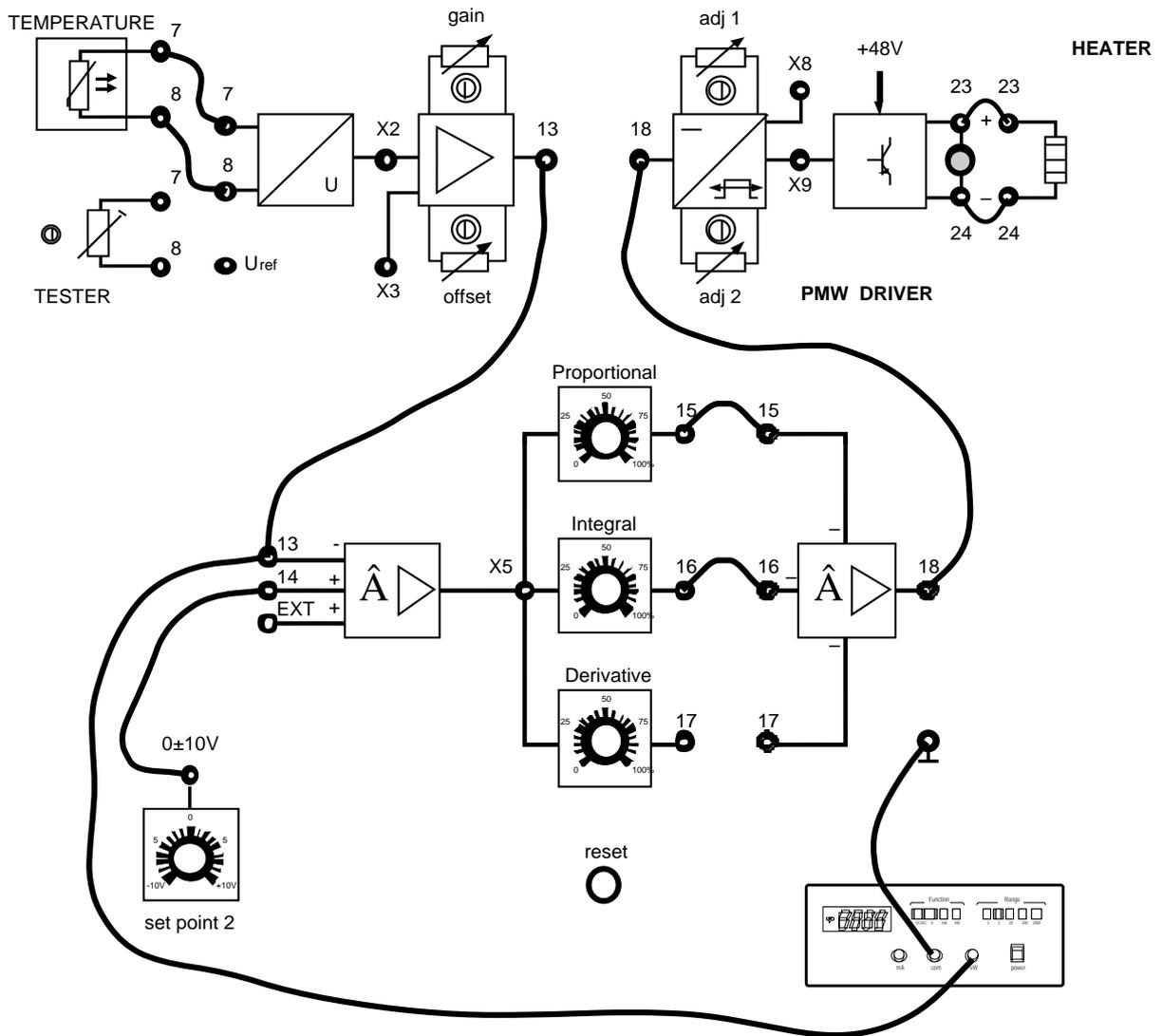


Fig. 22.1

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 23

**CONTROL PROPORCIONAL DERIVATIVO
DE LA TEMPERATURA CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado y acción proporcional-derivativa (PD).
 - Conocer la Unidad Didáctica 21

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 23.1 que representa el cableado de control (fig 23.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 10 cm.	
â AIR VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â INTEGRAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 23 del PWM DRIVER al casquillo 23 y el casquillo 24 al 24 (ficha 23.1 fig 23.1).
- 2) Conectar los casquillos 7 y 8 del sensor de temperatura a los casquillos 7 y 8 de la respectiva interface (ficha 23.1 fig 23.1).
- 3) Apretar el interruptor general (ON).
- 4) Asegurarse de que el agua en el depósito esté a 10 cm de altura, en caso contrario restablecer el nivel arrancando la bomba.
- 5) Conectar el casquillo del SET POINT 2 al casquillo 14 del regulador PID y el casquillo 13 del interface de temperatura al casquillo 13 del regulador PID (ficha 23.1 fig 23.1).
- 6) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 del interface de temperatura y el otro en el casquillo de masa (ficha 23.1 fig 23.1) : leer y anotar el valor de tensión que corresponde, multiplicado por 10, a la temperatura inicial.
- 7) Cambiar el terminal del voltímetro digital del casquillo 13 al casquillo del SET POINT 2 y regular la tensión a 3 V (30 °C).
- 8) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído, que representa el peldaño de referencia, tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13.
- 9) Regular la manivela PROPORTIONAL al 50 %.
- 10) Conectar el casquillo 15 del regulador PID al casquillo 15.
- 11) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 23.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en °C.
- 12) Regular la manivela DERIVATE al 25 %.
- 13) Conectar la manivela 17 del regulador PID al casquillo 17 y el casquillo 18 al casquillo 18 del PWM DRIVER y accionar contemporáneamente el cronómetro (ficha 23.1 fig 23.1).
- 14) Anotar en la tabla 23.1 el valor de tensión, después de haberlo convertido en °C, medido a intervalos de tiempo iguales hasta el agotamiento del transitorio (por ejemplo cada minuto).
- 15) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X5 del regulador PID : el valor de tensión leído, que se debe anotar, representa el error de régimen.
- 16) Quitar momentáneamente el cable del casquillo 18 del regulador PID.
- 17) Vaciar el depósito abriendo las válvulas AIR VALVE y DRAIN VALVE.
- 18) Cerrar la válvula DRAIN VALVE y restablecer el nivel del depósito a 10 cm.
- 19) Cerrar AIR VALVE.
- 20) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo 13 del regulador PID : anotar en la tabla 23.1 el valor de tensión leído después de haberlo convertido en °C.

- 21) Regular la manivela DERIVATE al 50 % dejando la PROPORTIONAL al 50 % y repetir las operaciones a partir del punto 13.
- 22) Repetir sucesivamente las operaciones con la manivela DERIVATE al 75 % y al 100 %.
- 23) Poner en OFF el interruptor general.
- 24) Trazar las curvas de respuesta dinámica con anillo cerrado para cada valor de posición de la manivela DERIVATE.
- 25) Analizar los resultados.

NOTA : La temperatura inicial del agua, para cada posición de la manivela DERIVATE, tiene que ser aprox. la misma.

FICHA 23.1

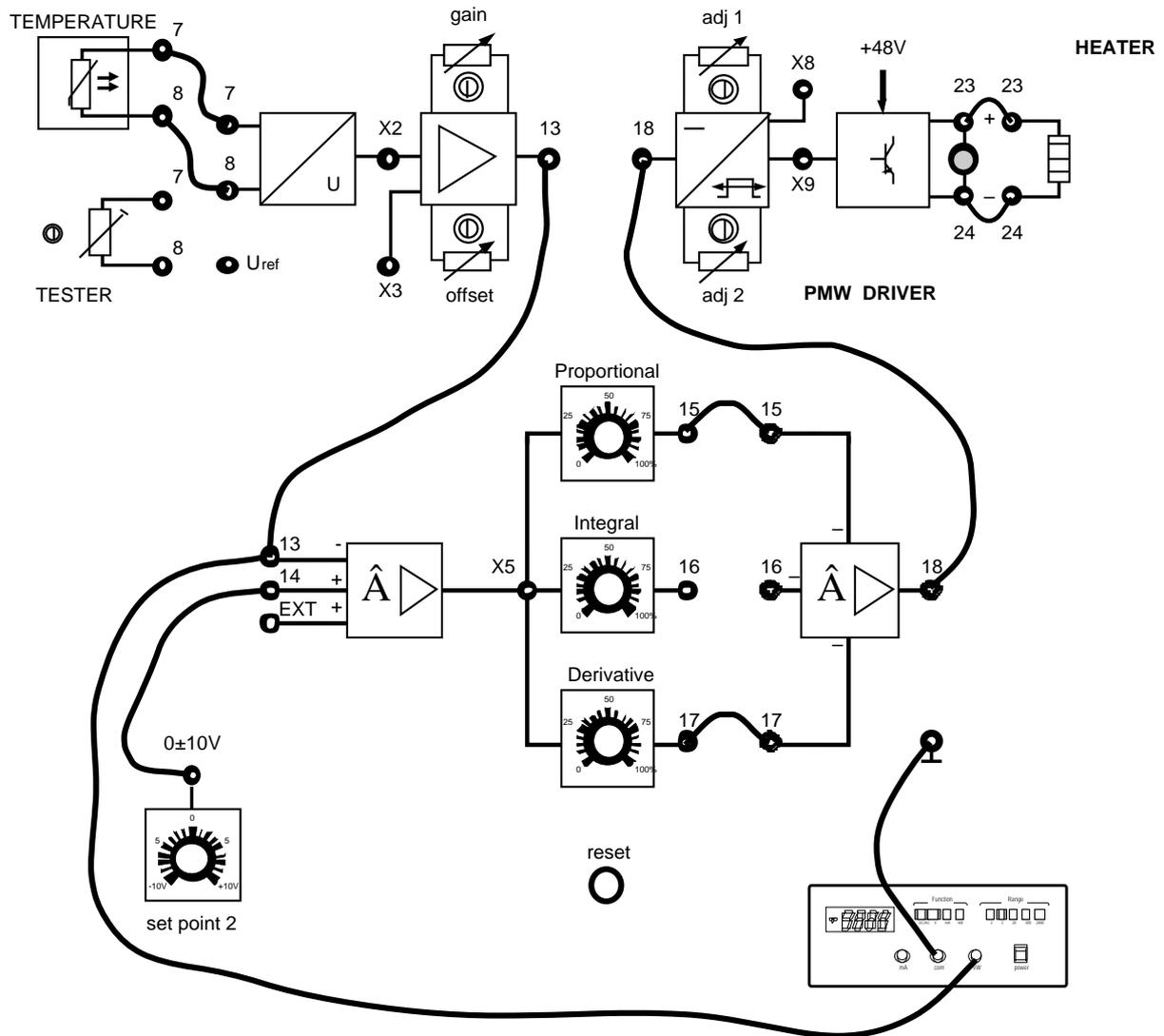


Fig. 23.1

Página blanca

UNIDAD DIDACTICA 24

**CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO
DE LA TEMPERATURA CON ANILLO CERRADO**

- **OBJETIVOS :**
 - Verificar los efectos de la ganancia del anillo sobre la respuesta dinámica del sistema.
 - Representar la curva de la respuesta dinámica del sistema.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado de acción proporcional-integral-derivativa (PID).
 - Conocer las Unidades Didácticas 21, 22 y 23.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerequisites, analiza con los alumnos las curvas reproducidas en las Unidades Didácticas 21, 22 y 23. Establecidos los posibles valores de K_p , K_i y K_d que hay que utilizar, entrega a los alumnos la Ficha 24.1 que representa el cableado del control (fig 24.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

â DELIVERY VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â MOTOR VALVE	completamente abierta (rotación angular = 0°).
â SOL VALVE	abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
â MAN VALVE	completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
â DRAIN VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â NEEDLE VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 10 cm.	
â AIR VALVE	completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
â SET POINT 1	0 V.
â SET POINT 2	0 V.
â PROPORTIONAL	0 %.
â DERIVATE	0 %.
â INTEGRAL	0 %.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Determinar el valor de K_p en el que se instauran oscilaciones casi permanentes, examinando las curvas o repitiendo los ejercicios, con los valores intermedios de K_p , siguiendo el procedimiento indicado en la Unidad Didáctica 21: el valor de la posición K_p , en el que se instauran las oscilaciones, se tiene que reducir de aprox. 0,6 veces.
- 2) Fijado el valor de K_p y examinadas las curvas de K_i , obtenidas siguiendo la Unidad Didáctica 22, establecer el valor optimal de K_i repitiendo, si fuera necesario, el procedimiento indicado en la misma Unidad Didáctica para cada valor intermedio.
- 3) Excluir la acción integrativa sin modificar el valor fijado de K_i .
- 4) Determinar el valor optimal de K_d examinando las curvas obtenidas siguiendo la Unidad Didáctica 23 o repitiendo si fuera necesario el procedimiento indicado en la misma Unidad Didáctica.
- 5) Utilizar contemporáneamente las acciones proporcional, integral y derivativa y realizar el ejercicio siguiendo las indicaciones sugeridas en las Unidades Didácticas 21, 22 y 23 (ficha 24.1 fig 24.1).
- 6) Anotar en la tabla 24.1 el valor de tensión medido a intervalos de tiempo iguales hasta el agotamiento del transitorio, después de haberlo convertido en °C (por ejemplo cada minuto).
- 7) Trazar la curva de la respuesta dinámica con anillo cerrado (fig 24.2).

FICHA 24.1

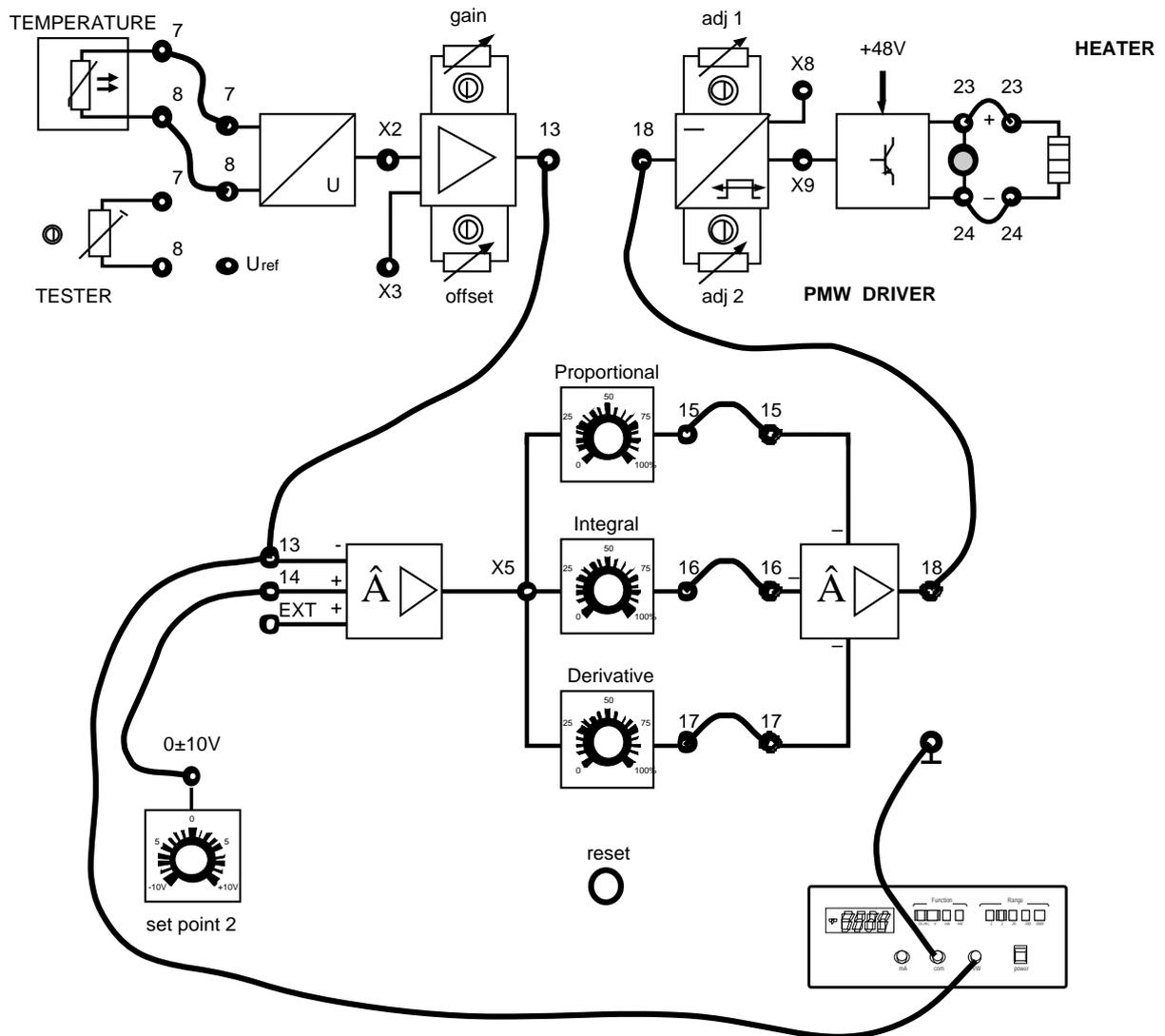


Fig. 24.1

UNIDAD DIDACTICA 25

SENSOR DE PRESION

- **OBJETIVOS :**
 - Determinar la característica de un transductor de presión.
- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de las principales magnitudes físicas.
 - Principio de funcionamiento de los transductores de presión.
- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.
- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 25.1 que representa el cableado del sensor de PRESION con la respectiva interface Fig 25.1 y 25.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido horario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 6 cm.
- â AIR VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â SET POINT 1 0 V.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1, el casquillo 19 al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 25.1 fig 25.1).
- 2) Conectar los casquillos 9, 10, 11 y 12 del sensor de presión PRESSURE a los casquillos 9, 10, 11, y 12 de la respectiva interface (ficha 25.1 fig 25.1).
- 3) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 y el otro en el casquillo de masa.
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Regular el trimmer OFFSET hasta leer en el multímetro el valor 0 V.
- 6) Asegurarse de que el nivel del agua en el depósito esté a 6 cm.
- 7) Arrancar la bomba regulando la tensión en SET POINT 1 a 10 V.
- 8) Leer el valor indicado por el medidor de presión (manómetro) y parar la bomba cuando el valor es igual a 1 bar.
- 9) Regular el trimmer GAIN hasta leer en el multímetro el valor 5 V : de esta forma habremos efectuado el calibrado del sensor de capacidad, estableciendo para 0,2 bar 1V.
- 10) Regular la válvula AIR VALVE o NEEDLE VALVE o DRAIN VALVE para cada valor de presión indicado en la tabla 25.1 y anotar los valores de tensión leídos en el multímetro.
- 11) Poner en OFF el interruptor general.
- 12) Cerrar las válvulas NERDLE VALVE, DRAIN VALVE y abrir la AIR VALVE.
- 13) Desmontar todas las conexiones.
- 14) Trazar el diagrama de la tensión en función de la presión en la figura 25.3.

Presión (bar)	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Tensión (V)										

TABLA 25.1

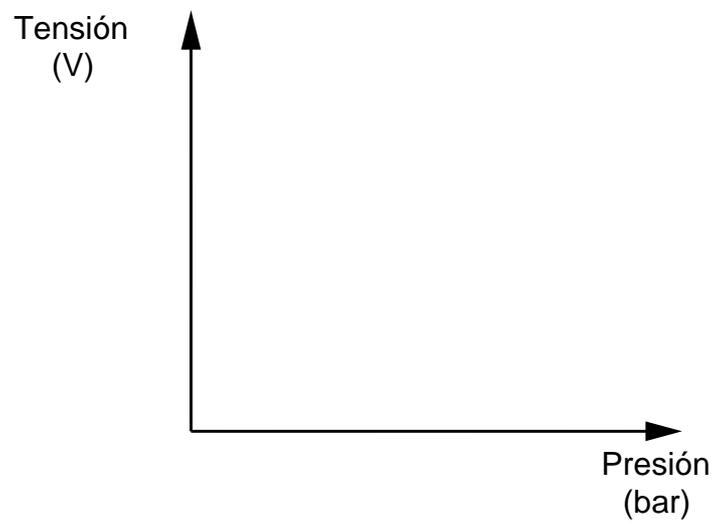


Fig. 25.3

FICHA 25.1

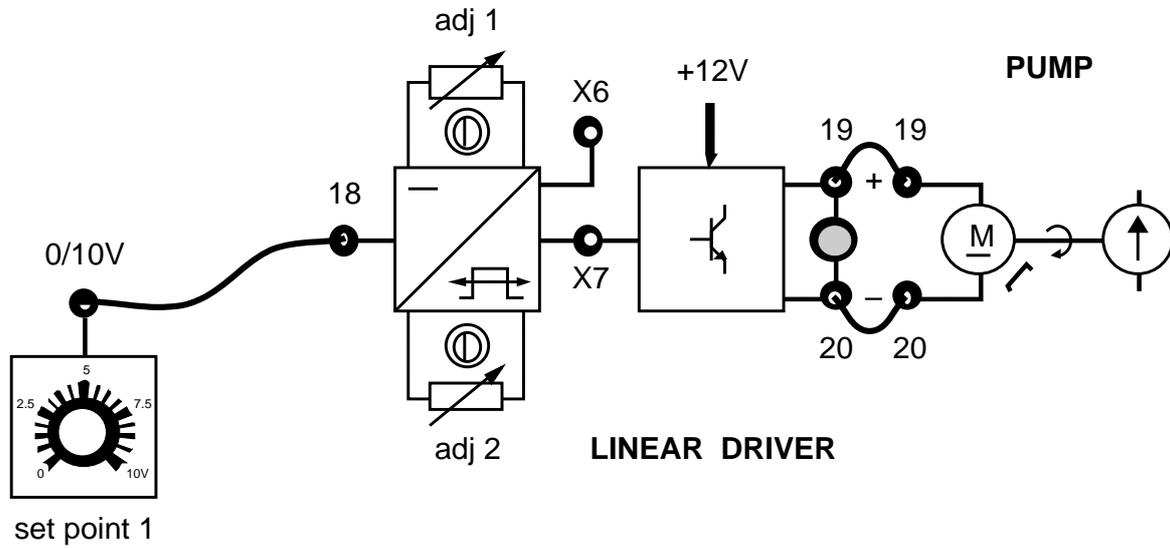


Fig. 25.1

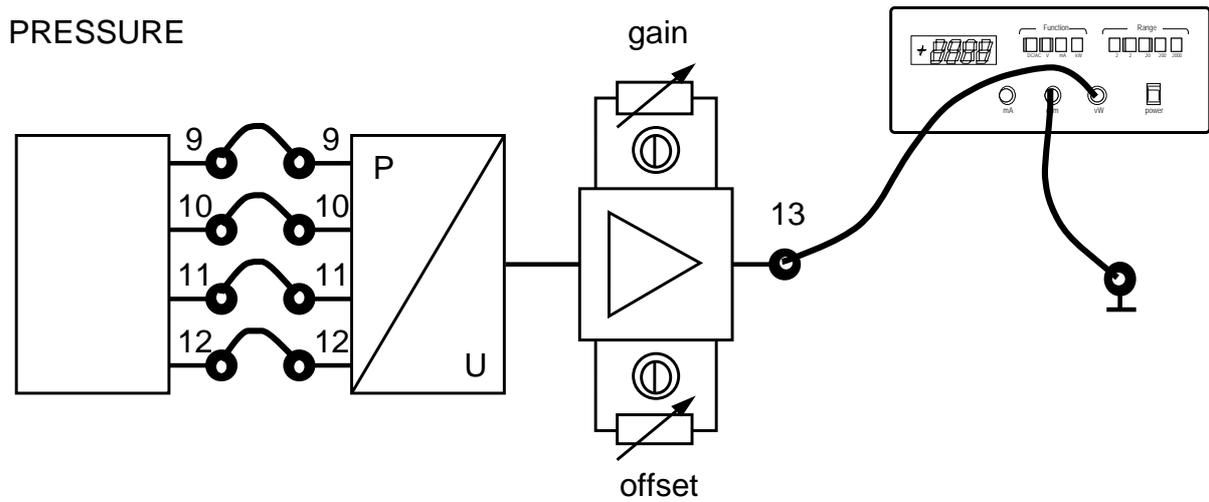


Fig. 25.2

UNIDAD DIDACTICA 26

**SENSOR DE PRESION
COMO SENSOR DE NIVEL**

- **OBJETIVOS :**
 - Determinar la característica nivel/presión.
- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento de la Unidad Didáctica 25.
- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.
- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 26.1 que representa el cableado del sensor de PRESION con la respectiva interface (fig 26.1 y 26.2) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 6 cm.
- â AIR VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â SET POINT 0 V.

QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, el casquillo 18 del LINEAR DRIVER al casquillo del SET POINT 1, el casquillo 19 al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 26.1 fig 26.1).
- 2) Conectar los casquillos 9, 10, 11 y 12 del sensor de presión PRESSURE a los casquillos 9, 10, 11 y 12 de la respectiva interface (ficha 26.1 fig 26.2).
- 3) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo 13 del interface de presión y el otro en el casquillo de masa.
- 4) Apretar el interruptor general (ON).
- 5) Asegurarse de que el nivel del agua en el depósito esté a 6 cm.
- 6) Arrancar la bomba regulando la tensión en el SET POINT 1 y aumentar el nivel del agua de 1 cm.
- 7) Parar la bomba.
- 8) Leer el valor de tensión indicado por el voltímetro y anotarlo en la tabla 26.1.
- 9) Repetir las operaciones a partir del punto 6 para cada valor de tensión indicado en la tabla 26.1.
- 10) Poner en OFF el interruptor general.
- 11) Abrir la válvula AIR VALVE.
- 12) Desmontar todas las conexiones.
- 13) Trazar el diagrama de la tensión en función del nivel en la figura 26.3.
- 14) Comparar este diagrama con el de la Unidad Didáctica 25.

Tensión (V)	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Nivel (cm)										

TABLA 26.1

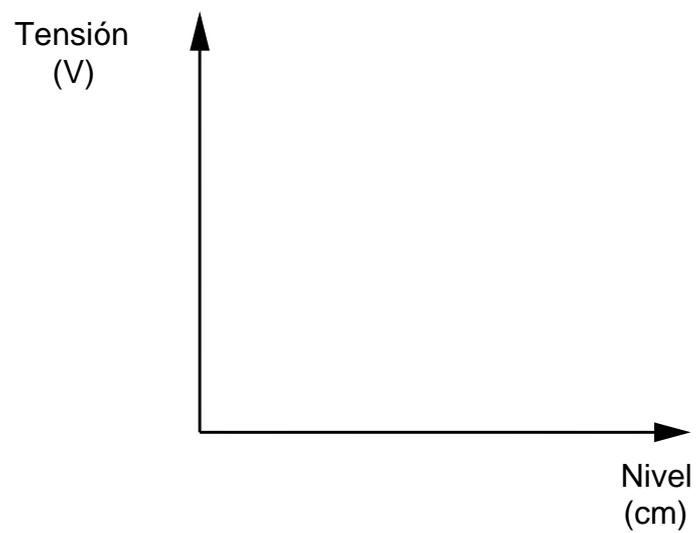


Fig. 26.3

FICHA 26.1

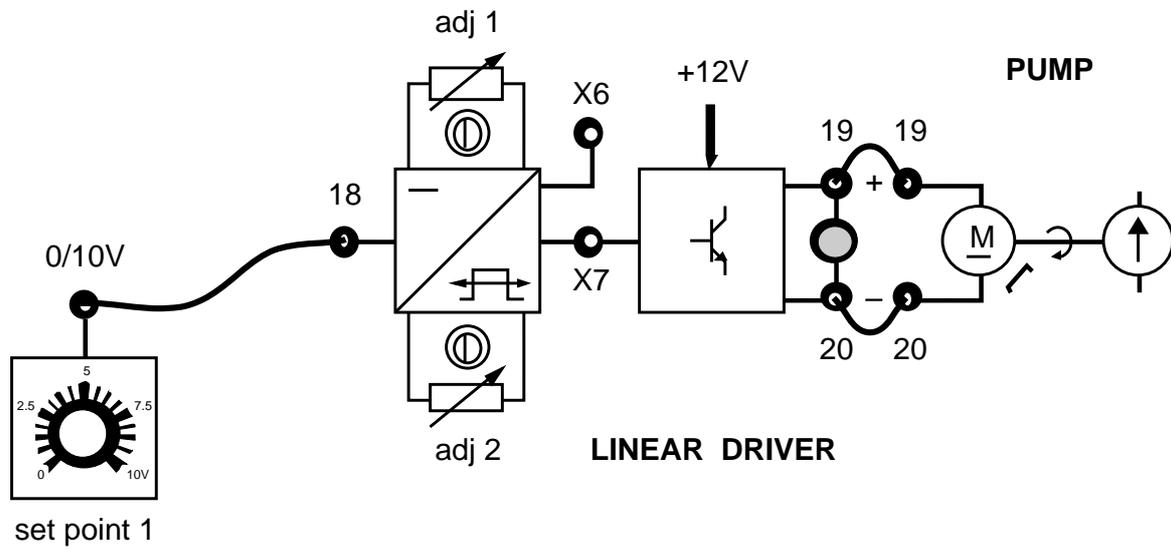


Fig. 26.1

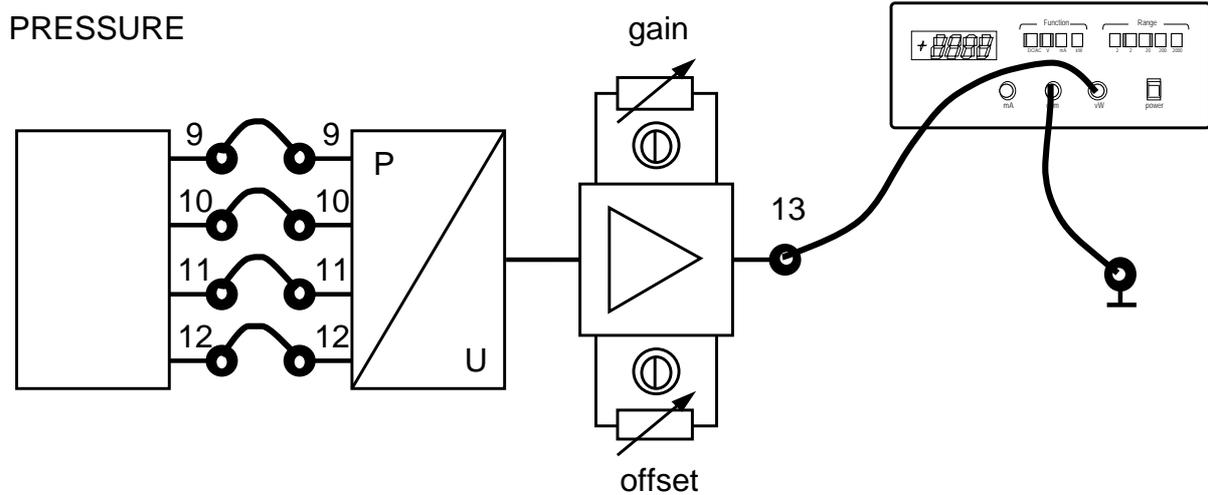


Fig. 26.2

UNIDAD DIDACTICA 27

**CONTROL ON - OFF DEL NIVEL
CON SENSOR DE PRESION**

- **OBJETIVOS :**
 - Comprender el funcionamiento de un sistema de control ON-OFF con anillo cerrado utilizando como sensor de nivel el sensor de presión.
 - Entender los efectos de la histéresis sobre el control.

- **PRERREQUISITOS :**
 - Conocimiento del funcionamiento de un sistema de control con anillo cerrado.
 - Conocer la Unidad Didáctica 26.

- **METODOLOGIA :**
 - Descubrimiento guiado.

- **INSTRUMENTOS OPERATIVOS :**
 - DL 2314
 - Multímetro digital
 - Conjunto de cables.
 - Cronómetro.

Página blanca

RECORRIDO DIDACTICO

QUE DEBE HACER EL PROFESOR

Asegurado del conocimiento de los prerrequisitos, entrega a los alumnos la Ficha 27.1 que representa el cableado del control ON-OFF (fig 27.1) y prepara el panel de simulación del proceso de la siguiente manera:

- â DELIVERY VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â MOTOR VALVE completamente abierta (rotación angular = 0°).
- â SOL VALVE abierta (ON) con el uso del interface ON-OFF DRIVER.
- â MAN VALVE completamente abierta (rotación en sentido antihorario de la manivela).
- â DRAIN VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â NEEDLE VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Nivel del agua en el depósito (PROCESS TANK) a 6 cm.
- â AIR VALVE completamente cerrada (rotación en sentido horario de la manivela).
- â Manivela SET POINT 1 0 V.
- â Manivela Hystéresis 0 %.

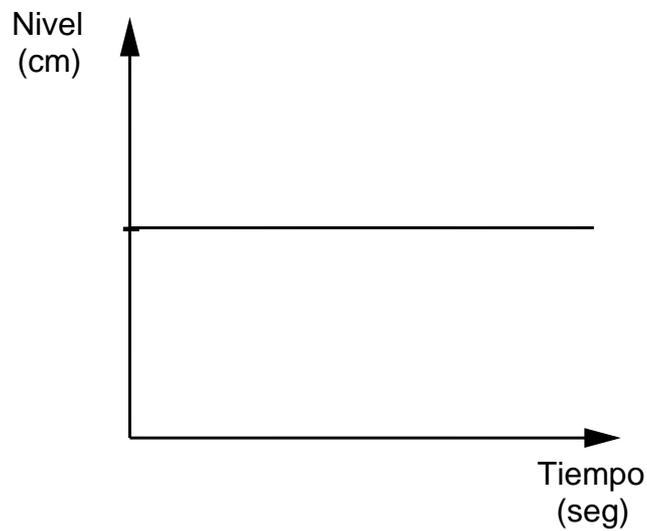
QUE TIENEN QUE HACER LOS ALUMNOS

Deben:

- 1) Conectar, mediante cables, los casquillos 9, 10, 11 y 12 del sensor de presión PRESSURE con los casquillos 9, 10, 11 y 12 de la respectiva interface.
- 2) Conectar el casquillo 19 del LINEAR DRIVER al casquillo 19 y el casquillo 20 al 20 (ficha 27.1 fig 27.1).
- 3) Conectar el casquillo del SET POINT 1 al casquillo 14 del regulador ON-OFF y el casquillo 13 del interface de presión al casquillo 13 del regulador ON-OFF (ficha 27.1 fig 27.1).
- 4) Introducir un terminal del voltímetro digital, preparado en corriente continua, en el casquillo del SET POINT 1 y el otro en el casquillo de masa (ficha 27.1 fig 27.1).
- 5) Apretar el interruptor general (ON).
- 6) Regular la tensión en el SET POINT 1 a 2 V.
- 7) Poner el terminal del voltímetro digital en el casquillo X4 del regulador ON-OFF : el valor de tensión leído tiene que ser igual a la diferencia entre la tensión aplicada al casquillo 14 y la aplicada al casquillo 13, es decir 2 V.
- 8) Conectar el casquillo 18 del regulador ON-OFF al casquillo 18 del LINEAR DRIVER : la bomba se pone en funcionamiento inmediatamente, el nivel del agua empieza a subir mientras que el valor de tensión, leído en el voltímetro, disminuye.
- 9) La tensión, en el casquillo X4, alcanzado el valor cero provoca en la salida del regulador ON-OFF (casquillo 18) una tensión de aprox. -10 V que para la bomba : leer el valor del nivel y compararlo con el valor obtenido en la figura 26.2 de la Unidad Didáctica 26.
- 10) Girar gradualmente en sentido antihorario la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE : nada más que el nivel desciende ligeramente se determina una pequeña diferencia de tensión entre los casquillos 14 y 13 que provoca en la salida del regulador ON-OFF (casquillo 18) una tensión de aprox. 10 V y que pone de nuevo en marcha la bomba.
- 11) La bomba permanece en funcionamiento durante un breve espacio de tiempo hasta cuando el nivel anterior se restablece.
- 12) Regular la manivela NEEDLE VALVE y/o la manivela DRAIN VALVE hasta determinar aprox. un tiempo igual de subida y de bajada del nivel entre encendido y apagado de la bomba: este ciclo es repetitivo.
- 13) Regular la manivela MAN VALVE, girándola en sentido horario, para así reducir la capacidad.
- 14) Repetir las operaciones desde el punto 12.
- 15) Medir el tiempo de subida y bajada del nivel entre encendido y apagado de la bomba con una histéresis del 0 % anotando los resultados en la tabla 27.1.
- 16) Repetir el procedimiento del punto anterior para cada valor de histéresis nominados en la tabla 27.1 y anotar los resultados.
- 17) Para cada valor de histéresis repetir la medida del tiempo de subida y bajada unas cuantas veces.
- 18) Cerrar las válvulas NEEDLE VALVE y DRAIN VALVE.
- 19) Poner en OFF el interruptor general.
- 20) Desmontar todas las conexiones.
- 21) Representar el diagrama de la característica de la histéresis en las figuras 27.2, 27.3 y 27.4.

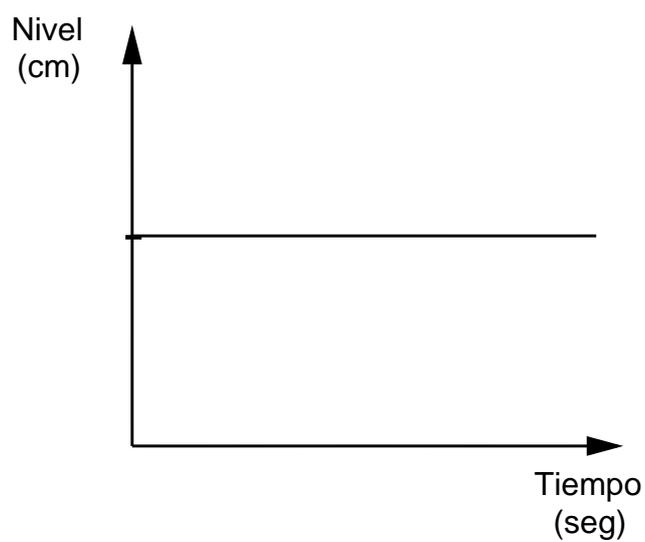
Hystéresis %	0	15	30			
Set Point (cm)	11	11	11			
Límite inferior Set Point (cm)						
Tiempo de subida nivel (seg)						
Límite superior Set Point (cm)						
Tiempo de bajada nivel (seg)						

TABLA 27.1



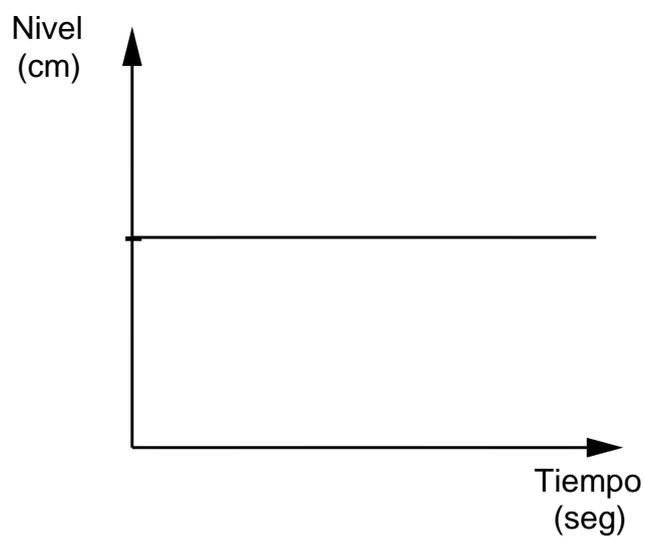
Hystéresis 0%

Fig. 27.2



Hystéresis 15%

Fig. 27.3



Hystéresis 30%

Fig. 27.4

FICHA 27.1

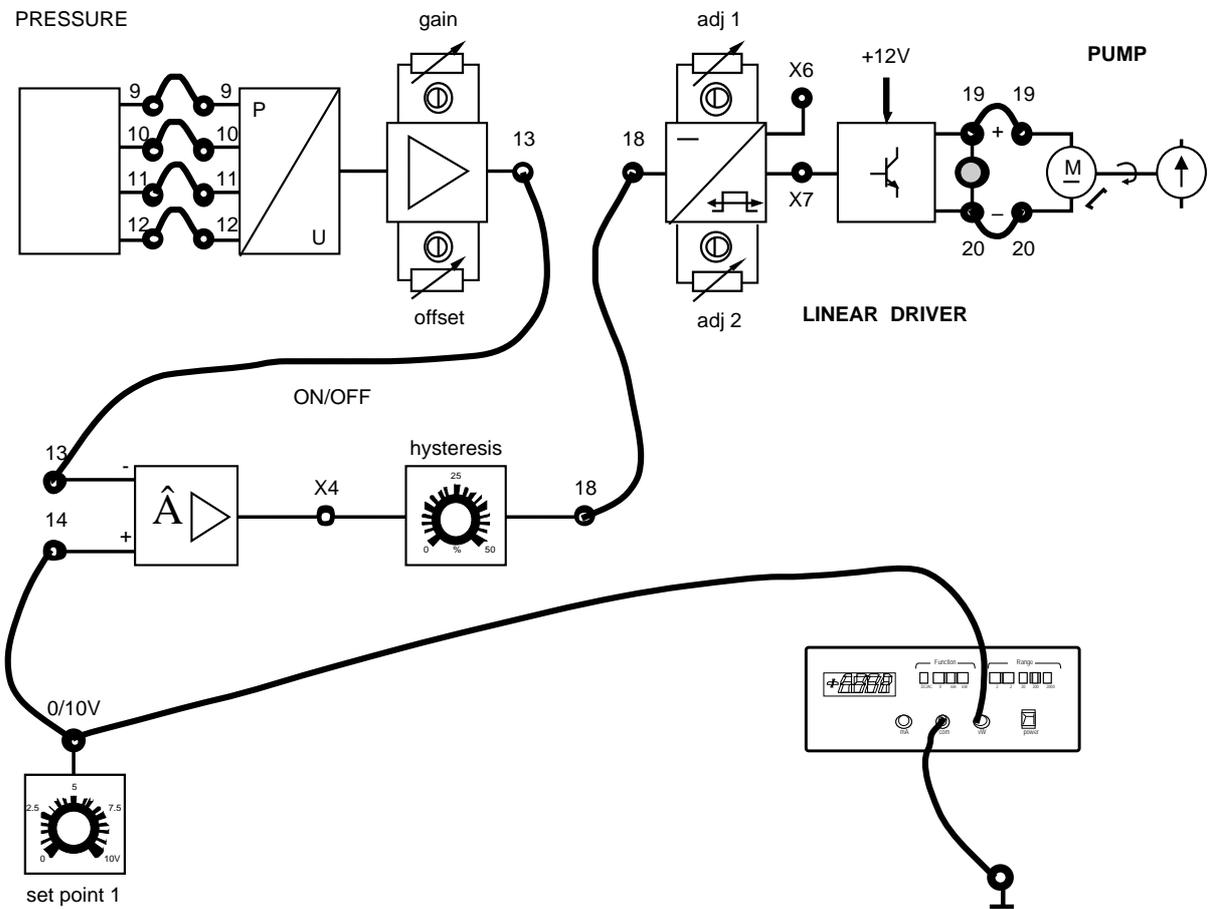


Fig. 27.1

Página blanca

© 1992 - 2000 DE LORENZO - Printed in Italy - All Rights Reserved

DE LORENZO S.R.L.
V. le Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI)
Tel. ++39 02 8254551/2/3 - Telefax ++39 02 8255181
E-mail: delorenzo@delorenzo.it
Web site: www.delorenzogroup.com

