

APUNTE  
**INSTRUMENTACIÓN DE SISTEMAS:**  
*Documentación de procesos – Normas ISA*



[\[Fuente imagen\]](#)

**Prof. Carlos A. Toro**  
2da edición  
Junio 2021

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS DE CONTROL DE PROCESOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESUMEN NORMAS ISA-S5.1-84, ISA-S5.2-76, ISA-S5.3.....</b>	<b>6</b>
3.1 NORMA ISA-S5.1-84 .....	6
<i>Codificación de lazos.....</i>	8
<i>Codificación de Motores.....</i>	8
<i>Símbolos de conexión.....</i>	9
<i>Símbolos generales de instrumentos .....</i>	10
<i>Símbolos de elementos primarios de sensado .....</i>	11
<i>Símbolos para válvulas de control.....</i>	13
<i>Símbolos para actuadores.....</i>	13
<i>Acción del actuador en caso de falla de aire (o de potencia).....</i>	13
3.2 NORMA ISA-S5.2-76 .....	14
3.3 NORMA ISA-S5.3 .....	15
<i>Símbolos de visualización del control distribuido/compartido (ej. DCS).....</i>	15
<i>Símbolos Funciones de Computador .....</i>	16
<i>Símbolos de control lógico y secuencial (PLC) .....</i>	16
<b>4. EJEMPLOS DE ANÁLISIS.....</b>	<b>18</b>
4.1 EJEMPLO 1, CONTROL DE NIVEL SIMPLE. ....	18
4.2 EJEMPLO 2, CONTROL ESTANQUE DE MEZCLA TQ1005 EN UN SUB-PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE PULPA.....	19
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>21</b>

# Documentación de procesos

## 1. Introducción

En este documento se detallan algunas pautas para el dibujo de los diagramas involucrados en los procesos de automatización industrial, en estos se detallan la instrumentación utilizada, las canalizaciones involucradas y los elementos constituyentes del proceso, entre estos diagramas encontramos: los Diagramas de Flujo de Procesos, PFD (*Process Flow Diagram*), Fig.1.1, en los cuales se muestra el proceso de una forma general sin muchos detalles, el diagrama de Instrumentación y Canalizaciones, P&ID (*Piping and Instrumentation Drawing*), Fig.4, donde se son mostradas las interconexiones del equipamiento e instrumentación usados en el proceso de control y el diagrama SAMA (*Scientific, Apparatus Makers Association*), diagramas funcionales que emplean bloques y las designaciones de las funciones.

Además, se describen las normas que rigen el dibujo de estos diagramas, con la simbología y nomenclatura estándar, entre estas, las normas de la Sociedad de instrumentación de América, ISA (*Instrument Society of America*) [1].

El documento se estructura partiendo por describir algunos conceptos generales de control automático, luego, la estructura de un proyecto de automatización y la documentación básica que debiera componerlo y finalmente ejemplos de los diferentes documentos mencionados.

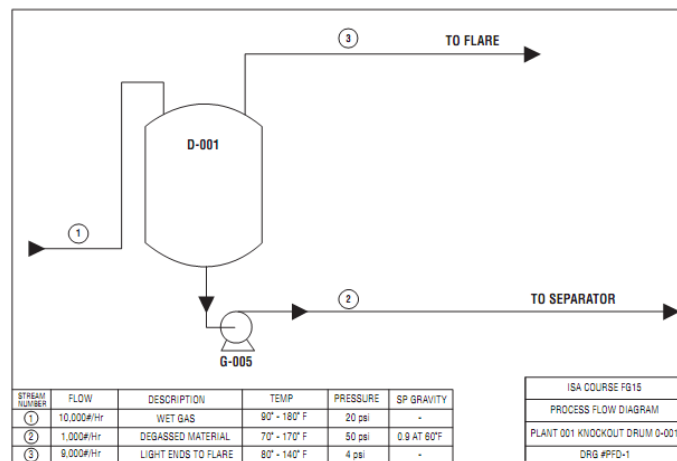


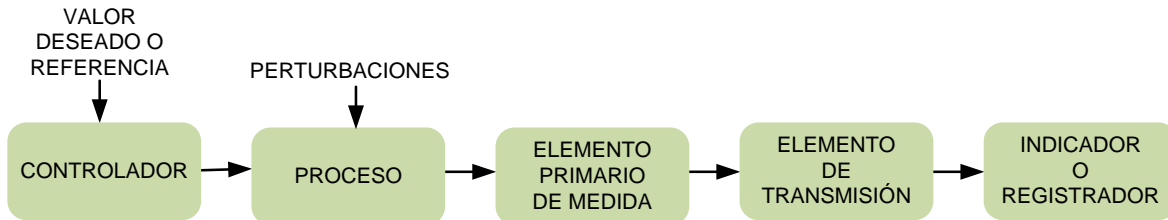
Figura 1.1: Ejemplo de un PFD.

## 2. Conceptos básicos de control de procesos

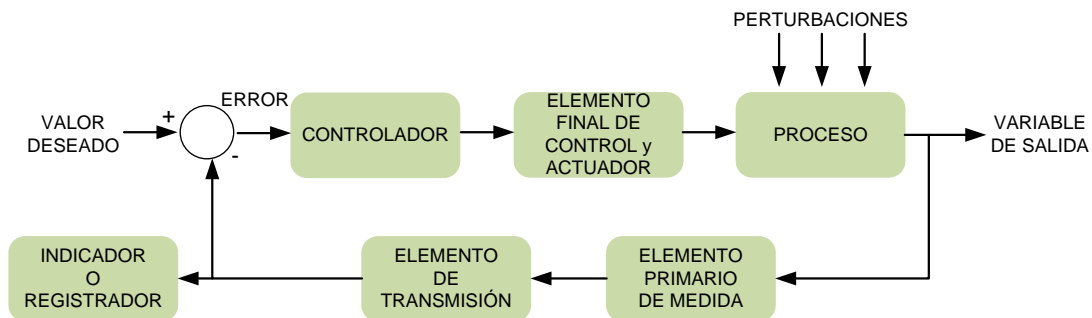
Existen muchos tipos y procesos industriales muy variados, como, por ejemplo: la fabricación de paneles de madera, de productos derivados del petróleo, productos alimenticios, centrales generadoras de energía, la siderurgia, la industria textil, etc., en todos estos procesos siempre será necesario controlar o mantener constantes algunas magnitudes, tales como el nivel, flujo, temperatura, voltaje, velocidad, presión, humedad, etc.

El **sistema de control** que permite este mantenimiento de las variables puede definirse entonces como aquel capaz de comparar el valor de la variable o condición a controlar con un valor deseado para así tomar una acción de corrección de acuerdo con la variación existente.

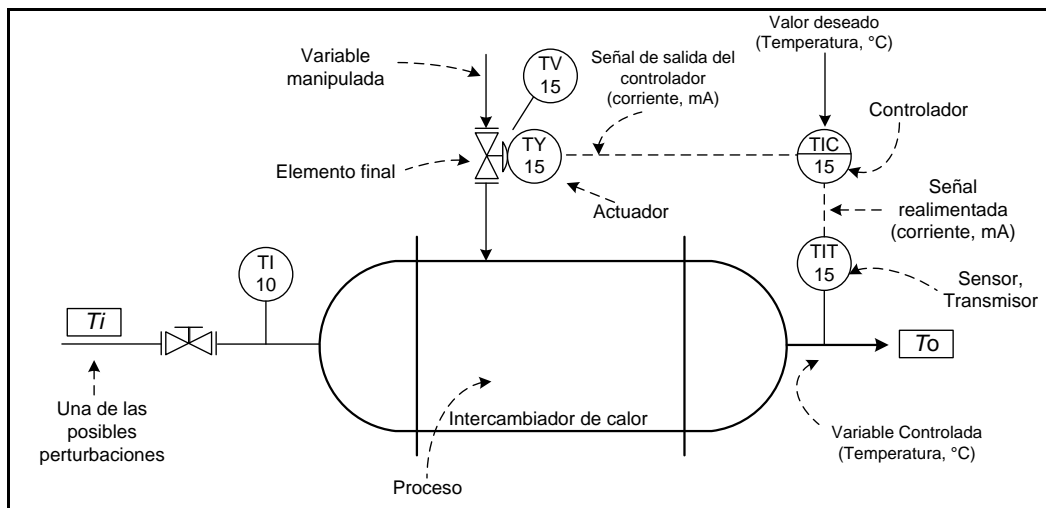
Para realizar su cometido el proceso de control estará compuesto por una unidad de medida, una unidad de control, un elemento final de control y el propio proceso, este conjunto de unidades forma un bucle o lazo que recibe el nombre de **lazo de control**, este puede ser abierto (Fig.2.1) o cerrado (Fig.2.2).



**Figura 2.1:** Esquema básico de un sistema de control en LAZO ABIERTO (LA).



**Figura 2.2:** Esquema básico de un sistema de control en LAZO CERRADO (LC).



**Figura 2.3:** Esquema de un control realimentado, diagrama P&ID, los detalles de simbología y nomenclatura se discuten más adelante.

Algunos conceptos básicos tratados en el informe

- **Instrumento:** Elemento que realiza una función determinada (medir, indicar, registrar, etc.), tenemos sensores, transmisores, indicadores, controladores.
- **Instrumentación:** Conjunto de instrumentos o su aplicación con el propósito de sensar, medir y controlar.
- **Proceso:** Cualquier operación o secuencia de operaciones que involucra un cambio de energía, estado, composición, dimensión u otras propiedades que pueden definirse respecto a una referencia,
- **Variables de Proceso (PV):** Cualquier variable perteneciente a un proceso,

- **Control de Procesos:** Regulación o manipulación de las variables que influyen en la conducta de un proceso con un objetivo específico (optimizar, aumentar la eficiencia, disminuir la contaminación, etc.),
- **Controlador:** Dispositivo que tiene una salida que varía para regular una variable controlada de una manera específica. Un controlador puede tener instrumentos análogos o digitales o puede ser equivalente a un instrumento en un sistema de “control distribuido”.  
Un controlador automático varía su salida automáticamente en respuesta a una entrada directa o indirecta en la medición de variables de un proceso. En cambio un controlador manual es “una estación local” y su salida no depende de la medición de las variables del proceso, por lo tanto su ajuste es manual.
- **Estación de Control:** Una estación de carga manual es la que permite la interrupción entre el modo manual y el automático de un lazo de control, se puede decir que es la interfase del operador con un sistema de control distribuido y puede relacionarse como estación de control.
- **Señal de Referencia de entrada (Set-Point):** Variable de entrada que establece el valor deseado para la variable controlada,
- **Variable de Salida:** Variable medible sobre la cual se desea actuar, señal que realimenta el lazo de control,
- **Señal de error:** Diferencia entre el valor deseado y la señal realimentada,
- **Perturbación:** Variable de entrada al proceso, no controlable que afecta a la salida.
- **Señal realimentada:** Señal de retorno que resulta de la medición directa (sensado/transducción/transmisión) de la variable controlada,
- **Elemento primario:** Sinónimo de sensor o detector.
- **Elemento final de control:** Es el dispositivo que directamente controla el valor de la variable manipulada en el lazo de control, ej. válvula de control.
- **Local:** La ubicación de un instrumento que no está en un panel o consola y no está montado en una sala de control. La palabra campo se usa comúnmente como sinónimo de local.
- **Controlador lógico programable (PLC):** Dispositivo que posee múltiples entradas y salidas (análogas y digitales) y que contiene un programa modificable.
- **Relé:** Dispositivo cuya función es pasar una información modificable a o en alguna forma modificada. Se aplica específicamente en electricidad, neumática o hidráulica como interruptor que actúa bajo una señal.
- **Interruptor (switch):** Dispositivo que conecta, desconecta, selecciona o transfiere uno o más circuitos y no está designado como un controlador, como un relé o como una válvula de control.
- **Luz piloto (luz monitor):** Luz que indica cuáles son las condiciones normales de un sistema o dispositivo. Por ejemplo, una luz de alarma que indica una condición anormal.

### 3. Resumen Normas ISA-S5.1-84, ISA-S5.2-76, ISA-S5.3

#### 3.1 Norma ISA-S5.1-84: Identificación de instrumentación de medición y control

**Tabla 3.1:** Letras de identificación

<i>1ª Letra</i>			<i>Letras sucesivas</i>		
	<i>Variable medida (3)</i>	<i>Letra de modificación</i>	<i>Función de lectura pasiva</i>	<i>Función de salida</i>	<i>Letra de modificación</i>
A	Análisis (4)	...	Alarma	...	...
B	Llama (quemador)	...	Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C	Conductividad	...	...	Control	...
D	Densidad o peso específico	Diferencial (3)	...	...	...
E	Tensión (f.e.m.)	...	Elemento primario	...	...
F	Caudal	Relación (3)	...	...	...
G	Calibre	...	Vidrio (8)	...	...
H	Manual	...	...	...	Alto (6)(13)(14)
I	Corriente eléctrica	...	Indicación (9) o indicador	...	...
J	Potencia	Exploración (6)	...	...	...
K	Tiempo	...	...	Estación de control	...
L	Nivel	...	Luz piloto (10)	...	Bajo (6)(13)(14)
M	Humedad	...	...	...	Medio o intermedio (6)(13)
N	Libre (1)	...	Libre	Libre	Libre
O	Libre (1)	...	Orificio	...	...
P	Presión o vacío	...	Punto de prueba	...	...
Q	Cantidad	Integración (3)	...	...	...
R	Radiactividad	...	Registro	...	...
S	Velocidad o frecuencia	Seguridad	...	Interruptor	...
T	Temperatura	...	...	Transmisión o transmisor	...
U	Multivariable (5)	...	Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V	Viscosidad	...	...	Válvula	...
W	Peso o Fuerza	...	Vaina	...	...
X	Sin clasificar (2)	...	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Libre (1)	...	...	Relé o computador (12)	....
Z	Posición	...	...	Elemento final de control sin clasificar	...

## Notas:

- (1) Para cubrir las designaciones no normalizadas que pueden emplearse repetidamente en un proyecto se han previsto letras libres. Estas letras pueden tener un significado como primera letra y como letra sucesiva. Por ejemplo, la letra N puede representar como primera letra el módulo de elasticidad y como sucesiva un osciloscopio.
- (2) La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilicen sólo una vez o un número limitado de veces. Se recomienda que su significado figure en el exterior del círculo de identificación del instrumento. Ejemplo: XR-3 registrador de vibración.
- (3) Cualquier letra primera si se utiliza con las letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (integración) o cualquier combinación de las mismas cambia su significado para representar una nueva variable medida. Por ejemplo, los instrumentos TDI y TI miden dos variables distintas, la temperatura diferencial y la temperatura, respectivamente.
- (4) La letra A para análisis, abarca todos los análisis no indicados en la tabla 1.1, que no están cubiertos por una letra libre. Es conveniente definir el tipo de análisis al lado del símbolo en el diagrama de proceso.
- (5) El empleo de la letra U como multi-variable en lugar de una combinación de primeras letras, es opcional.
- (6) El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo, medio o intermedio y exploración, es preferible pero opcional, generalmente usado en el etiquetado de alarmas.
- (7) El término seguridad, debe aplicarse sólo a elementos primarios y elementos finales de control que protejan contra condiciones de emergencia (peligrosas para el equipo o el personal). Por este motivo, una válvula autorreguladora de presión que regula la presión de salida de un sistema, mediante el alivio o escape de fluido al exterior, deber ser PCV, pero si esta misma válvula se emplea contra condiciones de emergencia, se designa PSV.  
  
La designación PSV se aplica a todas las válvulas proyectadas para proteger contra condiciones de emergencia de presión sin tener en cuenta si las características de la válvula y la forma de trabajo la colocan en la categoría de válvula de seguridad, válvula de alivio, o válvula de seguridad de alivio.
- (8) La letra de función vidrio, se aplica a los instrumentos que proporcionan una visión directa no calibrada del proceso.
- (9) La letra indicación se refiere a la lectura de una medida real de proceso. No se aplica a la escala de ajuste manual de la variable si no hay indicación de ésta.
- (10) Una luz piloto que es parte de un bucle de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra sucesiva L. Por ejemplo, una luz piloto que indica un período de tiempo terminado se designará KL. Sin embargo, si se desea identificar una luz piloto fuera del lazo de control, la luz piloto puede designarse en la misma forma o bien alternativamente por una letra única L. Por ejemplo, una luz piloto de marcha de un motor eléctrico puede identificarse EL, suponiendo que la variable medida adecuada es la tensión, o bien XL, suponiendo que la luz es excitada por los contactos eléctricos auxiliares del arrancador del motor, o bien simplemente L. La actuación de la luz piloto puede ser acompañada por una señal audible.
- (11) El empleo de la letra U como multifunción en lugar de una combinación de otras letras es opcional.
- (12) Se supone que las funciones asociadas con el uso de la letra sucesiva Y se definirán en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlo así.

(13) Los términos alto, bajo y medio o intermedio deben corresponder a valores de la variable medida, no a los de la señal a menos que se indique de otro modo. Por ejemplo, una alarma de nivel alto derivada de una señal de un transmisor de nivel de acción inversa debe designarse LAH incluso aunque la alarma sea actuada cuando la señal cae a un valor bajo.

(14) Los términos alto y bajo, cuando se aplican a válvulas, o a otros dispositivos de cierre-apertura, se definen como sigue:

*Alto*: indica que la válvula está, o se aproxima a la posición de apertura completa.

*Bajo*: denota que se acerca o está en la posición completamente cerrada.

(15) La combinación TQ se interpreta como: Estanque o Cuba.

## Codificación de lazos

Para controladores e instrumentos de medición:

Área de la planta	Cod. ISA	-	Funcional	Grupo Funcional
n <sup>1)</sup>	YYY <sup>2)</sup>	-	m <sup>3)</sup>	Z <sup>4)</sup>

Notas:

1) Área de la planta donde esta trabajando

2) Codificación ISA-S5.1-84 del lazo, compuesto de |1<sup>era</sup> letra | modificadora de la 2<sup>da</sup>| 2<sup>da</sup> letra |

3) Número de identificación del lazo

4) Sufijo opcional que se adiciona si hay mas de un instrumento con la misma identificación funcional, deben emplearse letras mayúsculas, A, B, C, etc.

Ejemplo: 21-LC-2023: Controlador de nivel, lazo de nivel 2023 del área 21 de la planta.

## Codificación de Motores

Los motores (bombas, agitadores, ventiladores u otros elementos que utilicen motores) se codifican como:




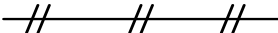
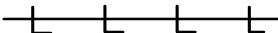


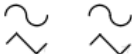




Area de la planta	-	Letra M	-	Funcional	Grupo Funcional
n	-	M	-	m	Z

Ejemplo: 21-M-2046: Motor del área 21 en lazo 2046.

Así mismo se codificarán alarmas, señales, sensores/transmisores, indicadores, etc.


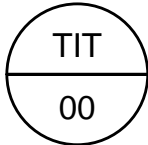


## Símbolos de conexión





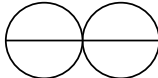
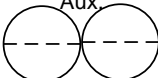
Símbolo	Descripción
	Señal eléctrica continua o binaria
	Conexión de proceso (ej. fuente de voltaje) o enlace mecánico, o alimentación de instrumentos (tubería de algún gas o aire)
	Señal sin definir en una línea de proceso, se usa para discusiones o diagramas donde el tipo de señal no es de importancia.
	Señal neumática continua o binaria
	Señal hidráulica
	Tubo capilar
	Señal electromagnética o sónica guiada (ej. cable de fibra óptica)
	Señales electromagnéticas no guiadas: ej. luz, radiación, radio, sonido, etc. Señales de instrumentos inalámbricos o enlaces de comunicación inalámbricos.
	Interna del sistema (datos software), comunicación entre dispositivos y funciones del mismo sistema de control, ej. DCS, PLC o PC.
	Enlace de comunicación entre 2 o más dispositivos computacionales o microprocesadores independientes, ej. conexiones entre DCS-a-DCS, DCS-a-PLC, PLC-a-PC, etc.
	Enlace de comunicación y bus de sistema entre dispositivos y funciones de buses de campo. Enlace desde y hacia dispositivos “inteligentes”.
	Enlace de comunicación entre un dispositivo y un sistema de calibración remoto. Enlace desde y hacia dispositivos “inteligentes”.

## Símbolos generales de instrumentos

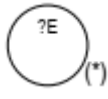
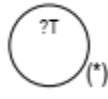
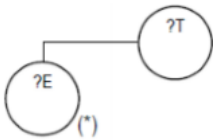
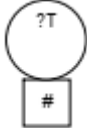

Luego de tener codificado al dispositivo o instrumento, es común representarlos en los diagramas de control de procesos con círculos, también llamados globos o burbujas, como el “transmisor e indicador de temperatura” mostrado más abajo:

Instrumento físico	Símbolo con tag	Descripción
		Transmisor de temperatura con indicación instalado en un panel, lazo de control número 00.

Estos símbolos pueden tener algunas variaciones dependiendo de donde están montados y si son fácilmente accesibles o no por el operador. Algunas combinaciones se describen a continuación:

		
Local	Montaje en Panel 1	Montaje detrás del panel
Instrumento para una variable medida con cualquier número de funciones		
		
Montaje local	Montaje en Panel	Montaje detrás del panel auxiliar
Instrumento para dos variables medidas, opcionalmente instrumento con mas de una función, pueden añadirse círculos adicionales si se precisan		










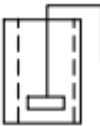
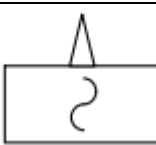


Otros símbolos de medición que relacionan los transmisores y elementos primarios son los siguientes:

				
Elemento primario genérico	Transmisor con elemento integrante principal.	Transmisor con elemento primario a distancia.	Transmisor con elemento primario integrado, el cual se inserta en el interior o en la línea de flujo del proceso.	Transmisor con elemento primario de acoplamiento cerrado, el cual se inserta en el interior o en la línea de flujo del proceso.

**Notas:** (\*) Usar la tabla 3.1 para identificar el tipo de elemento. (#) Usar la tabla 3.2 para insertar el elemento primario correspondiente.

## Símbolos de elementos primarios de sensado

**Tabla 3.2:** Algunos de los elementos de sensado que pueden acompañar al globo del transmisor.


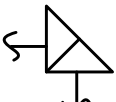


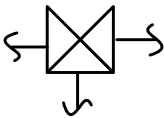
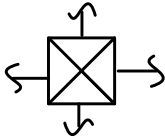
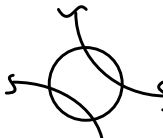
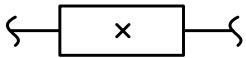
N°		Símbolo	Descripción
Análisis	1		<ul style="list-style-type: none"> <li>Conductividad, humedad, etc.</li> <li>Sonda de sensado con elemento único</li> </ul>
	2		<ul style="list-style-type: none"> <li>pH, ORP (oxidación reducción), etc.</li> <li>Sonda de sensado con elemento dual</li> </ul>
	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonda de sensado de fibra óptica</li> </ul>
Quemador	4		<ul style="list-style-type: none"> <li>Detector de llama ultravioleta</li> <li>Monitor de TV de llama</li> </ul>
Flujo	5		<ul style="list-style-type: none"> <li>Placa orificio genérica</li> <li>Orificio de restricción</li> </ul>
	6		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubo de Venturi</li> </ul>
	7		<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujómetro tipo turbina/hélice</li> </ul>
	8		<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujómetro de área variable</li> </ul>
	9		<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujómetro sónico, ultrasónico</li> </ul>
Nivel	10		<ul style="list-style-type: none"> <li>Flotador con cables de guía (los cables de guía pueden ser omitidos)</li> <li>La posición de lectura debiera estar anotada en la parte superior o ser de fácil acceso desde una escalera</li> </ul>
	11		<ul style="list-style-type: none"> <li>Radar</li> </ul>
Presión	12		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensor de esfuerzo (<i>strain gage</i>) u otro tipo de sensor electrónico</li> <li>La burbuja puede ser omitida si está conectado a otro instrumento</li> </ul>
Temperatura	13		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elemento genérico sin <i>thermowell</i> (cilindro protector del sensor)</li> <li>La burbuja puede ser omitida si está conectado a otro instrumento</li> </ul>

Además de los símbolos y codificaciones anteriores, nos podemos encontrar con algunas notaciones particulares al problema de sensado, entre estas, las mencionadas en la siguiente tabla.


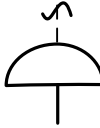

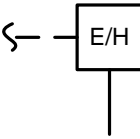
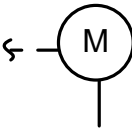
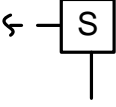
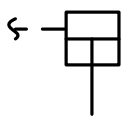
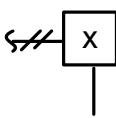
**Tabla 3.3:** Notaciones de medición [1].

Analysis							
AIR = Excess air	H <sub>2</sub> O = Water	O <sub>2</sub> = Oxygen	UV = Ultraviolet				
CO = Carbon monoxide	H <sub>2</sub> S = Hydrogen sulfide	OP = Opacity	VIS = Visible light				
CO <sub>2</sub> = Carbon dioxide	HUM = Humidity	ORP = Oxidation reduction	VISC = Viscosity				
COL = Color	IR = Infrared	pH = Hydrogen ion	=				
COMB = Combustibles	LC = Liquid chromatograph	REF = Refractometer	=				
COND = Elec. conductivity	MOIST = Moisture	RI = Refractive index	=				
DEN = Density	MS = Mass spectrometer	TC = Thermal conductivity	=				
GC = Gas chromatograph	NIR = Near infrared	TDL = Tunable diode laser	=				
Flow							
CFR = Constant flow regulator	OP = Orifice plate	PT = Pitot tube	VENT = Venturi tube				
CONE = Cone	OP-CT = Corner taps	PV = Pitot venturi	VOR = Vortex Shedding				
COR = Coriolis	OP-CQ = Circle quadrant	SNR = Sonar	WDG = Wedge				
DOP = Doppler	OP-E = Eccentric	SON = Sonic	=				
DSON = Doppler sonic	OP-FT = Flange taps	TAR = Target	=				
FLN = Flow nozzle	OP-MH = Multi-hole	THER = Thermal	=				
FLT = Flow tube	OP-P = Pipe taps	TTS = Transit time sonic	=				
LAM = Laminar	OP-VC = Vena contracta taps	TUR = Turbine	=				
MAG = Magnetic	PD = Positive displacement	US = Ultrasonic	=				
Level							
CAP = Capacitance	GWR = Guided wave radar	NUC = Nuclear	US = Ultrasonic				
d/p = Differential pressure	LSR = Laser	RAD = Radar	=				
DI = Dielectric constant	MAG = Magnetic	RES = Resistance	=				
DP = Differential pressure	MS = Magnetostrictive	SON = Sonic	=				
Pressure							
ABS = Absolute	MAN = Manometer	VAC = Vacuum					
AVG = Average	P-V = Pressure-vacuum	=	=				
DRF = Draft	SG = Strain gage	=	=				
Temperature							
BM = Bi-metallic	RTD = Resistance temp detector	TCK = Thermocouple type K	TRAN = Transistor				
IR = Infrared	TC = Thermocouple	TCT = Thermocouple type T	=				
RAD = Radiation	TCE = Thermocouple type E	THRM = Thermistor	=				
RP = Radiation pyrometer	TCJ = Thermocouple type J	TMP = Thermopile	=				
Miscellaneous							
Burner, Combustion	Position	Quantity	Radiation				
FR = Flame rod	CAP = Capacitance	PE = Photoelectric	α = Alpha radiation				
IGN = Igniter	EC = Eddy current	TOG = Toggle	β = Beta radiation				
IR = Infrared	IND = Inductive	=	γ = Gamma radiation				
TV = Television	LAS = Laser	=	n = Neutron radiation				
UV = Ultraviolet	MAG = Magnetic	=	=				
=	MECH = Mechanical	=	=				
=	OPT = Optical	=	=				
=	RAD = Radar	=	=				
=	=	=	=				
Speed	Weight, Force						
ACC = Acceleration	LC = Load cell	=	=				
EC = Eddy current	SG = Strain gauge	=	=				
PROX = Proximity	WS = Weigh scale	=	=				
VEL = Velocity	=	=	=				
=	=	=	=				

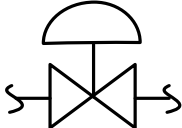
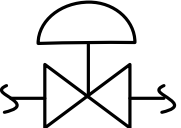
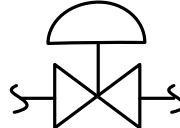
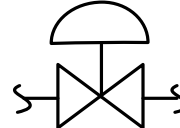
## Símbolos para válvulas de control

			
Globo, compuerta ú otra	Angulo	Mariposa, persiana o compuerta	Obturador rotativo o válvula de bola
			
Tres vías	Alternativa 1	Alternativa 2	
CUATRO VIAS			
			
Sin Clasificar			

## Símbolos para actuadores

			
Sin posicionador	Preferida para diafragma con piloto (posicionador válvula selenoide, ...)	Actuador Manual	Electrohidraulico
Diafragma con Muelle			
			
Motor Rotativo	Solenoides	Preferido para cualquier cilindro	Sin clasificar

## Acción del actuador en caso de falla de aire (o de potencia)

			
FO Abre en Fallo (Fail Open)	FC Cierra en Fallo (Fail Closed)	FL Se Bloquea en Fallo (Fail Locked)	FI Posición Indeterminada en Fallo (Fail Indeterminate)

### 3.2 Norma ISA-S5.2-76

Lista los símbolos lógicos que representan operaciones de proceso binarias realizadas por cualquier clase de hardware, sea eléctrico, neumático, hidráulico u otro.

La señal lógica puede o no corresponder a la existencia física de una señal de instrumentos. Por ejemplo, el proyectista puede diseñar una alarma de alto caudal para que sea accionada por un interruptor eléctrico en el que los contactos abran o cierren, cuando el caudal es alto. Por lo tanto, la condición de caudal alto puede ser representada físicamente por la ausencia o por la presencia de una señal eléctrica.





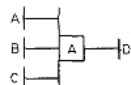
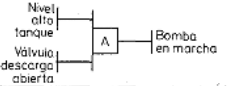
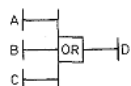
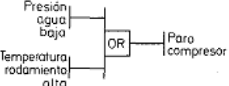
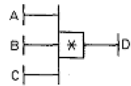
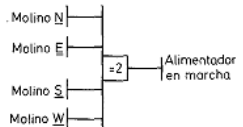
El flujo de información se representa por líneas que interconectan estados lógicos.

La dirección normal de flujo es de izquierda a derecha o de arriba abajo.

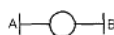
Definiciones aplicadas a los aparatos que tienen posiciones abiertas, cerradas o intermedias:

- Posición abierta: Posición que está 100% abierta
- Posición no abierta: Posición que es menor de 100% abierta
- Posición cerrada: Posición que es 0% abierta
- Posición no cerrada: Una posición que es mayor que 0% abierta
- Posición intermedia: Una posición especificada que es mayor de 0% y menor de 100% abierta
- Posición no intermedia: Una posición especificada que es superior o inferior a la posición intermedia especificada.

**Tabla 3.4:** Tabla de símbolos lógicos

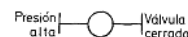
Función	Símbolo	Definición y tabla de verdad	Ejemplo																		
<b>ENTRADA (INPUT)</b>	(Entrada) 	Entrada secuencia lógica	Arranque manual de la inyección 																		
	Puede ser precedida por el símbolo del instrumento																				
<b>SALIDA (OUTPUT)</b>	(Salida) 	Salida secuencia lógica	Paro extracción 																		
	Puede ser seguida por el símbolo del instrumento																				
<b>Y (AND)</b>		D sólo existe mientras estén presentes A, B y C	La bomba está en marcha si el nivel es alto y la válvula de descarga está abierta																		
		<table border="1"> <tr><th colspan="3">C</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>1</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	C			A	B	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
C																					
A	B	1																			
0	0	0																			
0	1	0																			
1	0	0																			
1	1	0																			
<b>O (OR)</b>		D sólo existe mientras esté presente una o más entradas A, B y C	Paro del compresor si la presión del agua de refrigeración es baja o si la temperatura de los rodamientos es alta																		
		<table border="1"> <tr><th colspan="3">C</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>1</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	C			A	B	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
C																					
A	B	1																			
0	0	0																			
0	1	0																			
1	0	0																			
1	1	0																			
<b>O CUALIFICADA</b>		D sólo existe mientras estén presentes un número especificado de entradas A, B y C	Alimentador en marcha mientras dos y sólo dos molinos funcionen																		
	* Insertar número de entradas																				

NO (NOT)

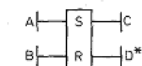


B sólo existe mientras la entrada A no existe

Cerrar válvula sólo mientras la presión no es alta



#### MEMORIA DE FLIP-FLOP



\* Si la salida D no existe no debe mostrarse

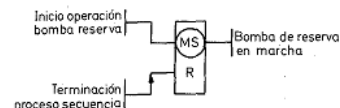
S indica implantar memoria y R restaurar memoria

La salida C existe tan pronto A existe, y continúa existiendo, independientemente del estado de A, hasta el reset de la memoria, es decir, termina ante la existencia de B. C permanece terminado, independientemente del estado de B, hasta que A implanta la memoria

Si se emplea la salida D, ésta existe si C no existe, y D no existe cuando C existe

La pérdida de alimentación se representa añadiendo la letra S

Si se inicia la operación de la bomba de reserva, ésta debe ponerse en marcha aunque falle la alimentación del circuito lógico, hasta que termina la secuencia del proceso. La bomba debe estar en marcha si existen simultáneamente los mandatos START y STOP



Símbolo modificado	Acción requerida de la memoria ante fallos de la alimentación
LS	Pérdida de memoria
MS	Memoria mantenida
NS	No significativo, sin preferencia

#### Definiciones:

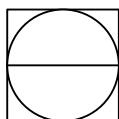
En la tabla anterior se representan y definen los símbolos lógicos, en las tablas de verdad, 0 indica la no existencia de la entrada lógica, o de la señal de salida o el estado dado en la cabecera de la columna, 1 indica la existencia de la señal o estado de entrada lógica y D indica la existencia de la señal o estado de salida lógica como resultado de las entradas lógicas apropiadas.

### 3.3 Norma ISA-S5.3

Esta norma documenta los instrumentos formados por ordenadores, controladores programables, mini-ordenadores y sistemas microprocesador que disponen de control compartido, visualización compartida y otras características de interfase. Los símbolos representan la interfase con los equipos anteriores de la instrumentación de campo, de la instrumentación de la sala de control y otros tipos de hardware.

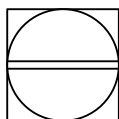
#### Símbolos de visualización del control distribuido/compartido (ej. DCS)

1. Accesible normalmente al operador indicador/controlador/registrador o punto de alarma.



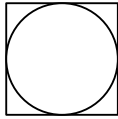
- Visualización compartida
- Visualización y control compartidos
- Acceso limitado a la red de comunicaciones
- Interfase del operador en la red de comunicaciones

2. Dispositivo de interfase auxiliar del operador.



- Montado en panel; carátula analógica; no está montado normalmente en la consola principal del operador
- Controlador de reserva o estación manual
- El acceso puede estar limitado a la red de comunicaciones
- Interfase del operador vía la red de comunicaciones

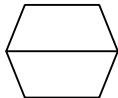
3. No accesible normalmente al operador



- Controlador ciego compartido
- Visualización compartida instalada en campo
- Cálculo, acondicionamiento de señal en controlador compartido
- Puede estar en la red de comunicaciones
- Normalmente operación ciega
- Puede ser alterado por la configuración

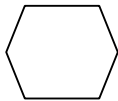
## Símbolos Funciones de Computador

4. Normalmente accesible al operador



- indicador/controlador/registrador o punto de alarma. Utilizado usualmente para indicar la pantalla de video.

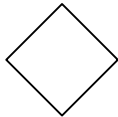
5. Normalmente no accesible al operador



- Interfase entrada/salida
- Cálculo/acondicionamiento de señal dentro de un ordenador
- Puede usarse como controlador ciego o como módulo de cálculo de software.

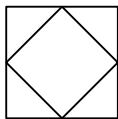
## Símbolos de control lógico y secuencial (PLC)

6. Símbolo general



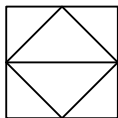
- Para complejos no definidos interconectando control lógico o secuencial

7. Control distribuido interconectando controladores lógicos con funciones lógicas binarias o secuenciales



- Paquete de controlador lógico programable o controladores lógicos digitales integrales con el equipo de control distribuido.
- No accesible normalmente al operador

















8. Control distribuido interconectando un controlador lógico con funciones lógicas binarias o secuenciales



- Paquete de controlador lógico programable o controladores lógicos digitales integrales con el equipo de control distribuido.
- Accesible normalmente al operador



Símbolos generales según ubicación:

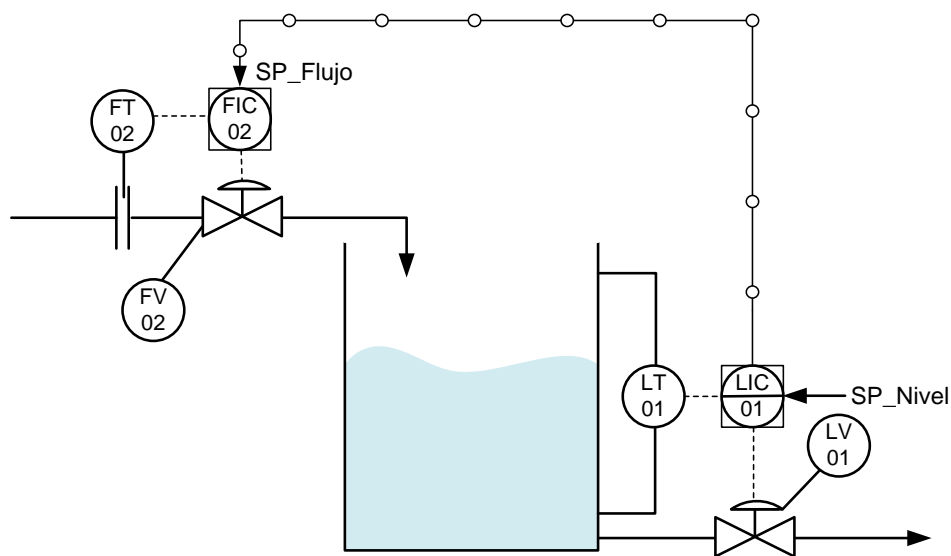
En el panel de control central	Detrás del panel de control	En el campo	En el panel de control local
			
			
			
			

Observaciones:

- Lo descrito anteriormente es un extracto de la norma ISA, es común también que cada empresa de ingeniería encargada de diseñar estos planos posea sus estándares complementarios, incluyendo, por ejemplo, simbología de equipos, maquinas y otros componentes no descritos en la presente norma.
- Si el día de mañana llegan a trabajar a alguna planta, en particular directamente en proceso o sala de control, es una buena idea solicitar a su supervisor o encargado de documentación (si hay) los planos P&ID de la planta e ir identificando en campo los componentes involucrados (siempre que las condiciones de seguridad lo permitan).

## 4. Ejemplos de Análisis

### 4.1 Ejemplo 1, control de nivel simple.



**Figura 4.1.** Diagrama P&ID de un proceso de control de nivel y flujo en un estanque.

El objetivo de control del proceso de la Fig.4.1 es regular el nivel del estanque mediante la abertura de la válvula **LV-01** y el flujo de entrada controlado mediante la abertura de la válvula **FV-02**. Del diagrama P&ID de la figura podemos decir lo siguiente:

1. El controlador **LIC-01** de nivel recibe una referencia de nivel (dada por el operador) que es comparada con la medición de nivel realizada por el transmisor **LT-01**, la acción de control se ejecuta sobre la válvula de control **LV-01**, además este controlador genera un SP remoto para el controlador de flujo **FIC-02**.
2. El controlador de flujo **FIC-02** recibe la referencia desde el controlador de nivel **LIC-01** la cual es comparada con la medición de flujo realizada por el instrumento **FT-02**, la acción de control es ejecutada por la válvula **FV-02**, la que regula la cantidad de flujo que entra al estanque.
3. Los dos controladores aseguran un nivel mínimo y máximo en el estanque.

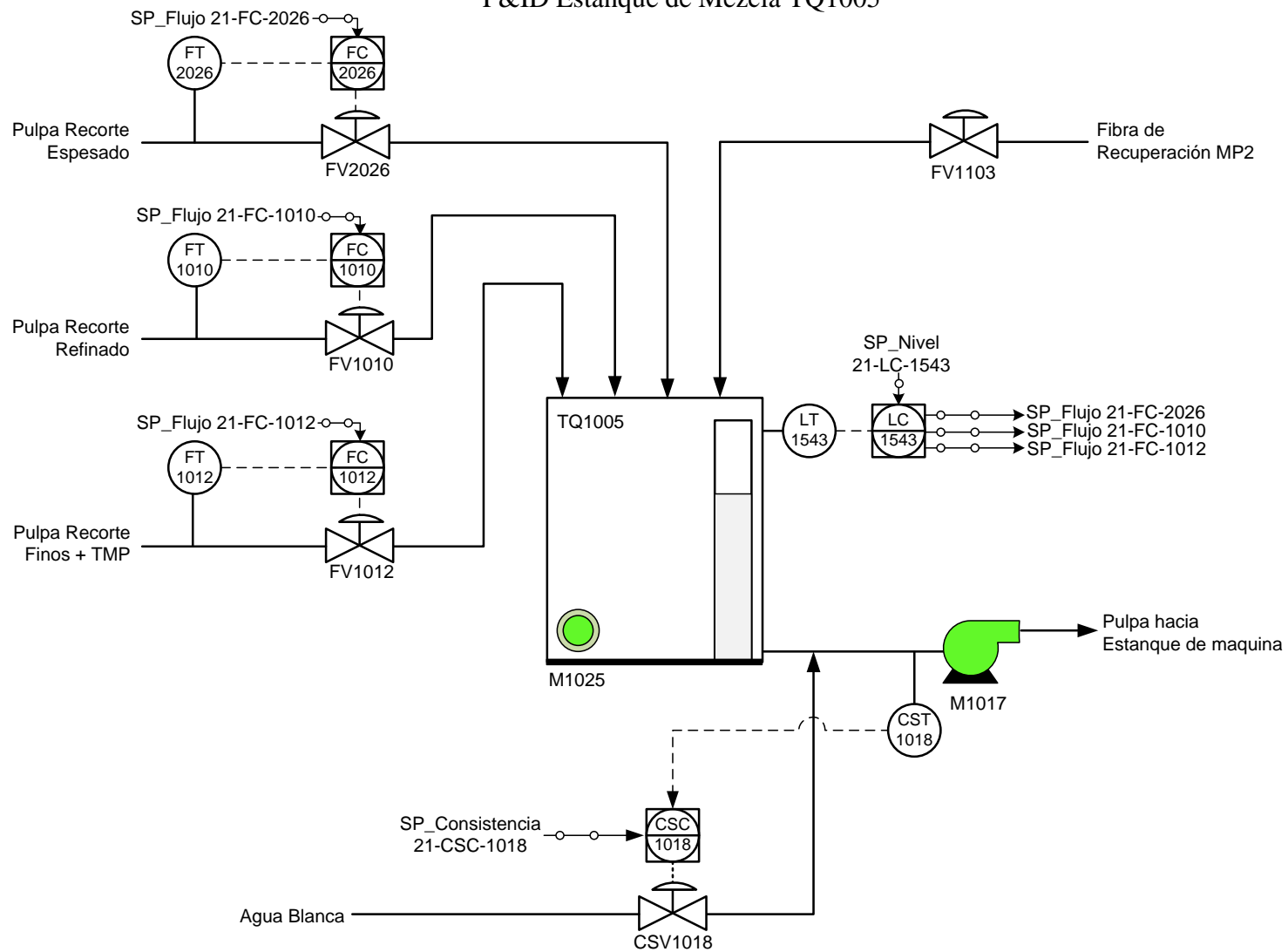
## 4.2 Ejemplo 2, Control estanque de Mezcla TQ1005 en un Sub-Proceso de Dosificación de Pulpa.

En la Fig.4.2 se muestra el diagrama P&ID de un estanque (**TQ1005**) presente en un sub-proceso de dosificación de pulpa, en la etapa de preparación de pulpa en la fabricación de papel, este estanque tiene como propósito mezclar las pulpas provenientes de otros estanques, la mezcla y luego la envía al estanque de maquina (**TQ1004**), los objetivos de control para este estanque son principalmente dos; mantener un nivel adecuado en el estanque y una pulpa de salida con una determinada consistencia.

Analicemos los lazos de control presentes, primero, esta claro que el área de la planta bajo análisis es la número 21, luego:

Tag	Interpretación	Descripción
<b>21-CSC-1018</b>	Lazo de control 1018, control de consistencia de pasta de salida del estanque TQ1005.  En este caso la combinación CS se interpreta como consistencia y TQ como estanque	Este lazo controla la consistencia de la pasta de salida del estanque TQ1005 midiendo la consistencia actual con el sensor/transmisor <b>21-CST-1018</b> , y ejecutando su acción con el ingreso de más o menos agua blanca usando la válvula de control <b>21-CSV-1018</b> .
<b>21-LC-1543</b>	Lazo de control 1543, control de nivel del estanque	Este lazo realiza la medición de nivel con el sensor/transmisor <b>21-LT-1543</b> , el objetivo de este controlador es mantener un nivel de pulpa constante y generar set points remotos para los controladores que modifican el flujo de entrada de pulpa al estanque.
<b>21-FC-2026</b>	Lazo de control 2026, control de flujo de pulpa de Recorte Espesado hacia estanque TQ1005	Controla el flujo de pulpa utilizando como referencia el set point entregado por el controlador <b>21-LC-1543</b> y comparando su valor con la medición realizada por el sensor/transmisor de flujo <b>21-FT-2026</b> y ejecuta su acción con la válvula <b>21-FV-2026</b>
<b>21-FC-1010</b>	Lazo de control 1010, control de flujo de pulpa de Recorte Refinado hacia estanque TQ1005	Controla el flujo de pulpa utilizando como referencia el set point entregado por el controlador <b>21-LC-1543</b> y comparando su valor con la medición realizada por el sensor/transmisor de flujo <b>21-FT-2026</b> y ejecuta su acción con la válvula <b>21-FV-1010</b>
<b>21-FC-1012</b>	Lazo de control 1012, control de flujo de pulpa de Recorte Finos + TMP hacia estanque TQ1005	Controla el flujo de pulpa utilizando como referencia el set point entregado por el controlador <b>21-LC-1543</b> y comparando su valor con la medición realizada por el sensor/transmisor de flujo <b>21-FT-2026</b> y ejecuta su acción con la válvula <b>21-FV-1012</b>

# P&ID Estanque de Mezcla TQ1005



## Referencias

- [1] Normas ANSI / ISA S 5.1-1984 (R1992), Instrument Society of America.
- [2] A. Creus Solé, “Instrumentación Industrial”, 6a edición, 1997.