

1. INTRODUCCION

2.1 Instrumentación industrial

La instrumentación industrial como definición, es la técnica y equipos que se ocupan de Medir, Transmitir y/o Regular de forma automática, aquellas magnitudes físicas y químicas cuyo conocimiento es importante para el funcionamiento de un proceso, en términos de calidad y seguridad, ya que para automatizar un proceso, es necesario disponer de información sobre su estado en forma precisa y confiable. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de las magnitudes del proceso, ejemplo: presión, temperatura, caudal, nivel, etc.

Un sistema de control exige incluir determinados instrumentos: unidad de medición, unidad de control y elemento final de control.

La norma ISA S5.1 establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos.

2.2 Clases de instrumentos

Un instrumento de medición es el dispositivo capaz de suministrar una medida o de realizar una observación del universo físico. Los instrumentos de medición y control son relativamente complejos y su función puede estudiarse de acuerdo a la siguiente clasificación:

- De acuerdo a la variable de proceso que miden: esta clasificación, como su nombre lo indica, se referirá a la variable de proceso que tratemos de medir. En la actualidad se pueden medir todas las variables de proceso que existen, mas sin embargo estas pueden ser medida de forma directa o indirecta dependiendo el caso.
- De acuerdo a su función en un proceso. Ver Tabla 1

Tabla 1. Clasificación de instrumentos de acuerdo a su función en un proceso.

TIPO DE INSTRUMENTO	DESCRIPCION	IMAGEN
Ciegos	Cumplen una función reguladora en el proceso pero no tienen indicación visible de la variable. Ejemplos: termostatos, presostatos.	 Termostato Presostato
Indicadores	Indican directamente el valor de la variable de proceso. Disponen de un índice y escala graduada o de un despliegue digital en los que puede leerse el valor de la variable. Ejemplos: manómetros, termómetros	
Registradores	Registran con trazo continuo o punto a punto la variable, y pueden ser circulares o rectangulares. En algunos casos podrá ser necesario un registro histórico de la variable que se estudia en un determinado proceso.	
Elementos primarios	Están en contacto directo con la variable de proceso que se desea medir, con el fin de recibir algún efecto de este, y así, poder evaluar la variable en cuestión.	
Sensor	Es un dispositivo que recibe una señal o estímulo y responde con una señal eléctrica. Ejemplo: sensor piezoeléctrico, termopar.	 Sensor piezoeléctrico

Tabla 2. Clasificación de instrumentos de acuerdo a su función en un proceso.

Transmisor	Estos elementos reciben la variable de proceso a través del elemento primario, y la transmiten a algún lugar remoto. Las señales que se usan para transmitir la información entre los instrumentos de lazo de control son generalmente de dos tipos: neumáticas y eléctricas. Las señales neumáticas están entre 3 y 15 psi equivalentes a 0,206 y 1,033 bar. Las señales eléctricas pueden ser de 4 a 20 mA, 10 a 50 mA, 1 a 5 Volts o 0 a 10 voltios.	 <p>Transmisor electrónico</p>
Convertidores	Reciben una señal de entrada neumática (3 a 15 psi) o electrónica (4 a 20 mA) procedente de un instrumento y después de modificarla envían la señal en forma de una salida estándar.	 <p>Convertidor I/P</p>
Receptores	Son los instrumentos que son instalados en el panel de control, como interfaces entre el proceso y el usuario. Reciben las señales de los transmisores o de un convertidor.	
Controladores	Son los encargados de ejercer la función de comparar lo que está sucediendo en el proceso, con lo que realmente se desea que suceda en el, para posteriormente, en base a la diferencia, envíe una señal al proceso que tienda a corregir las desviaciones. Ejemplo: controlador PID.	  <p>Controlador digital controlador electrónico</p>

Actuador	<p>Recibe la señal del controlador y modifica directamente la variable manipulada o agente de control. En el control neumático, el elemento suele ser una válvula neumática o un servomotor neumático, en el control electrónico la válvula o el servomotor anterior son accionados a través de un convertidor de intensidad a presión o señal digital a presión. En el control eléctrico puede ser una válvula motorizada accionada por un servomotor eléctrico.</p>	 <p><i>Válvula de control</i></p>
Acondicionador de señales	<p>Este elemento toma la salida del sensor y la convierte en una forma más adecuada para un procesamiento adicional, por lo general en una señal de frecuencia, corriente directa o de voltaje de CD.</p>	
Procesador de señales	<p>Toma la salida del elemento acondicionador y la convierte en una forma más adecuada para la presentación. Son ejemplo: el convertidor de analógico a digital.</p>	

3. NORMA ISA S5.1

Esta norma establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos. Esta norma tiene por objeto satisfacer los distintos procedimientos de los diversos usuarios que necesitan para identificar y representar gráficamente equipos de medición y control y sistemas.

Estas diferencias se reconocen cuando son coherentes con los objetivos de esta norma, proporcionando símbolos de alternativas y métodos de identificación.

Esta norma es conveniente para el uso en diferentes sectores de la industria, ya que esta requiere el uso de esquemas de sistemas de control, diagramas funcionales y esquemas eléctricos para describir la relación con el equipo de procesamiento y la funcionalidad de equipos de medida y control.

3.1 Clases de instrumentación

La instrumentación se puede clasificar como primaria, secundaria, auxiliar y de accesorios para la asignación funcional de lazo, las identidades y los símbolos.

3.1.1 Instrumentos primarios

La instrumentación primaria consiste en la medición, seguimiento, control, o el cálculo de los dispositivos y hardware y sus funciones propias y funciones de software que incluyen, pero no se limitan a los registradores, transmisores, controladores, válvulas y dispositivos de control y aplicación de funciones de software que requieren o permiten identificaciones asignados por el usuario.

3.1.2 Instrumentos secundarios

La instrumentación secundaria consiste en medir, monitorear y tener el control de dispositivos que incluyen hardware y no se limita a visores de nivel, manómetros, termómetros y reguladores de presión.

3.1.3 Instrumentos auxiliares

La instrumentación auxiliar consta de dispositivos y hardware que permite medir, controlar o calcular, y que son necesarios para el funcionamiento eficaz de los instrumentos primarios o secundarios.

3.1.4 Instrumentos de accesorios

La instrumentación de accesorios se compone de dispositivos y hardware que aunque no son para medir o controlar, son necesarios para el funcionamiento eficaz de la medición, monitoreo o sistema de control.

3.2 Definiciones de la Norma ISA

Es importante conocer cierta terminología o definiciones para la comprensión de esta norma.

Accesible. - (Accesible) Este término se aplica a un dispositivo o una función, la cual puede verse por un operador con el propósito de efectuar acciones del control como: cambiar el set point, acciones de ON OFF.

Alarma. - (Alarm) Un dispositivo o función que proporciona una indicación visible y/o audible cuando el valor de una medida se encuentra fuera de los límites establecidos y su estado ha cambiado de seguro a inseguro, o de normal a uno anormal en cuanto a su condición de funcionamiento. El dispositivo usado puede ser binario o analógico y la indicación puede ser por: paneles anunciadores, luces intermitentes, timbres, bocinas, sirenas, etc.

Asignar. - (Assignable) Término aplicado a la indicación que permite dirigir o canalizar una señal a un dispositivo u otro elemento sin la necesidad de unir o cambiar alambrado.

Estación Auto-Manual. - (Auto-manual station) es la que proporciona el cambio entre los modos manual y automático en un lazo de control.

Globo. - (Ballon) Sinónimo de burbuja o símbolo circular que se utiliza para designar e identificar el propósito o función de un instrumento que puede contener un número o una letra.

Detrás del panel. - (Behind the panel) se refiere a un lugar que no es accesible para el operador, como la parte posterior de un panel de instrumentos o de control.

Binario. - (Binary) término aplicado a una señal o dispositivo que solo tiene dos posiciones o estados discretos, y cuando se utiliza en su forma más simple, como en "señal binaria" en lugar de "señal analógica", el término denota un ON-OFF o High-Low.

Placa. - (Board) sinónimo de panel.

Burbuja. - (Bubble) El símbolo circular tiene como propósito identificar un instrumento o una función y puede tener un número como etiqueta.

Dispositivo computacional. – (computing device) Dispositivo que realiza una o más cálculos u operaciones lógicas o ambas, transmitiendo una o más señales de salida como resultado. Puede ser un relé de cómputo.

Configurable. – (Configurable) Término usado para los dispositivos o sistemas cuyo funcionamiento y/o características pueden ser seleccionados u ordenados a través de un programa u otras maneras.

Controlador. – (Controller) Dispositivo que tiene una salida que varía para regular una variable que se desea controlar de una manera específica. Puede tener instrumentos análogos o digitales o puede ser equivalente a un instrumento en un DSC (Sistema de Control Distribuido). Un controlador puede estar integrado con otros instrumentos en un lazo de control.

Estación de control. – (Control Station) 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 interface del operador con un sistema de control distribuido (DCS) y puede relacionarse como estación de control.

Válvula de control. – (Control valve) Dispositivo que comúnmente es actuado manualmente en acciones de ON OFF o semi actuada, que permite manipular el flujo en uno o más procesos de fluidos.

Convertidor. – (Converter) Dispositivo que recibe la señal de información desde un instrumento de una forma y envía una señal hacia una salida bajo otra forma. Un instrumento que cambia la salida del sensor a una señal estándar no es propiamente un convertidor sino un transmisor.

Digital. – (Digital) Término aplicado a una señal o dispositivo que usa dígitos binarios para representar valores continuos o estables discretos.

Sistema de Control Distribuido. – (Distributed Control System) Es un sistema que opera funcionalmente consistiendo en subsistemas que pueden operar física o remotamente separados unos de otros. El sistema de control distribuido proporciona un puente de comunicación a través de un panel de control local entre una red de tiempo no real, tal como una Ethernet, y una red de tiempo real, tal como un controlador de red de área. Un sistema de control distribuido tiene una base de datos unificada, las aplicaciones y cambios se hacen desde la estación de ingeniería, ya que es allí donde se encuentra la configuración de todos los controladores que conforman el sistema.

Elemento final de control. – (Final control element) Es el dispositivo que directamente controla el valor de la variable manipulada de un lazo de control, que por lo general resulta ser una válvula de control.

Función. – (Function) El propósito de o una acción efectuada por un dispositivo.

Hardware. Es la parte física del equipo que participa directamente en la medición, monitoreo y control de las funciones.

Identificación. – (Identification) Es la secuencia de letras o números, o ambos, que sirven para identificar un instrumento o un lazo.

Instrumento. – (Instrument) Dispositivo que se utiliza para controlar y tomar la medida directa o indirecta de una variable. Estos pueden ser elementos primarios, indicadores, controladores, elementos finales de control, dispositivos informáticos y eléctricos tales como anunciadores, interruptores y pulsadores.

Instrumentación. – (Instrumentation) Colección de instrumentos, dispositivos, hardware o funciones o su aplicación con el propósito de medir, monitorear o controlar un proceso industrial o de una maquina, o cualquier combinación de éstos.

Local. – (Local) Un instrumento que no está montado sobre un panel o consola o en una sala de control, pero si comúnmente en las cercanías de su elemento primario o elemento final de control. La palabra “campo” es sinónimo de local.

Panel Local. – (Local panel) Un panel local no es un panel principal. Los paneles locales se ubican en las cercanías de los subsistemas o sub-areas de la planta. El término “panel de instrumentación local” no debe confundirse como “instrumento local”.

Lazo o Loop. - Combinación de dos o más instrumentos o arreglo de funciones de control también el paso de señales de uno a otro con el propósito de medir y/o controlar una variable en un proceso.

Estación de carga manual. – (Manual loading station) Dispositivo o función que tiene un ajuste manual de la salida usado para actuar con uno o más dispositivos de control remoto. La estación no provee interruptores entre el modo de control manual o automático de un lazo de control. La estación puede tener indicadores integrados a ella; luces, u otras características. Se le conoce como estación manual o carga manual.

Medición. – (Measurement) Determinación de la existencia o magnitud de una variable.

Monitor. – Termino general para un instrumento o sistema de instrumentos que miden o detectan el estado o magnitud de una o más variables con el propósito de obtener una informacion útil. El termino monitor es muy ambiguo se asocia generalmente con analizadores, indicadores o alarmas

Luz Monitor. – (Light monitor) Sinónimo de luz piloto.

Panel. – una estructura que tiene un grupo de instrumentos montados en ella, que encierra interfaces para el operador del proceso y es seleccionada con una designación única. El panel puede consistir en una o más secciones, cubículos, consolas o escritorios, sinónimo de tablero.

Panel de montaje. – (panel-mounted) Termino aplicado a un instrumento que están instalados en un panel o consola y son accesibles al operador en forma normal. Una función que normalmente es accesible a un operador en un sistema de visualización compartida, es el equivalente de un dispositivo montado en un panel discreto.

Luz piloto. – (Pilot light) Luz que indica cuales son las condiciones normales de un sistema o dispositivo. Por ejemplo luz de alarma que indica condición normal. Se le conoce también como luz monitor.

Elemento primario. – (Primary element) sinónimo de sensor o detector.

Proceso. – (Process) Operación o secuencia de operaciones que involucra un cambio de energía, estado, composición, dimensión u otras propiedades que pueden definirse respecto a una referencia.

Variable de proceso. – (Process variable) cualquier variable perteneciente a un proceso. en esta norma se aplica para todas las variables que no sean las de señales de instrumentación.

Programa. – (Program) Secuencia repetitiva de acciones que definen el estado de salidas relacionadas con los valores dado por las entradas.

Controlador Lógico Programable. – (PLC) Son autómatas adaptados para funcionar como sistemas de control en ambientes de producción industrial. Poseen múltiples entradas y salidas y que contiene un programa modificable.

Relé. Dispositivo cuya función es pasar una información inmodificable a o en alguna forma modificada. se aplica especialmente en electricidad, neumática o hidráulica como interruptor que actúa bajo una señal.

Scan. – Para monitorear en forma predeterminada el estado cada una de las variables de un proceso de forma periódica, puede estar asociado con otras funciones como alarma y memoria.

Sensor. – Parte de un lazo o un instrumento que primero sensa el valor de la variable de un proceso y que asume el valor correspondiente predeterminado para el estado de la salida. El sensor puede estar separado o integrado a cualquier elemento funcional del lazo. Se le conoce también como detector o elemento primario.

Set point. – Punto de referencia para una variable de entrada que establece el valor de la variable a controlar. Se puede establecer en forma manual, automáticamente o programada. Su valor se expresa en la misma unidad que la variable controlada.

Display de pantalla. – Dispositivo de interfaz, para el operador. Comúnmente pantalla de video empleada para controlar información desde las fuentes hacia el operador.

Controlador compartido. – (Shared Controller) Elemento que contiene algunos algoritmos pre programados que usualmente son accesibles, configurables, y asignables, permitiendo que un solo dispositivo controle varias variables.

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 variable de control. El término también es aplicable a las funciones efectuadas por los switch.

Punto de prueba.- (Test Point) Es una conexión al proceso con instrumentos no conectados permanentemente, es por extensión una conexión temporal o intermitente de un instrumento.

Transductor. – (Transducer) Terminó general para un dispositivo que recibe información de una o más formas de cantidades físicas, modificando esta información y/o su forma produciendo una señal de salida. Dependiendo de su aplicación en el proceso puede ser un elemento primario, transmisor, relé, convertidor u otro dispositivo. Pero el término transductor no es específico, su uso para aplicaciones específicas no se recomienda.

Transmisor. – (Transmitter) Dispositivo que detecta la variable de un proceso por medio de un sensor y tiene una salida cuyo valor en el estado estable varía como una función predeterminada de la variable del proceso. El sensor puede o no estar integrado al transmisor.

3.3 Diagramas de instrumentación P&ID

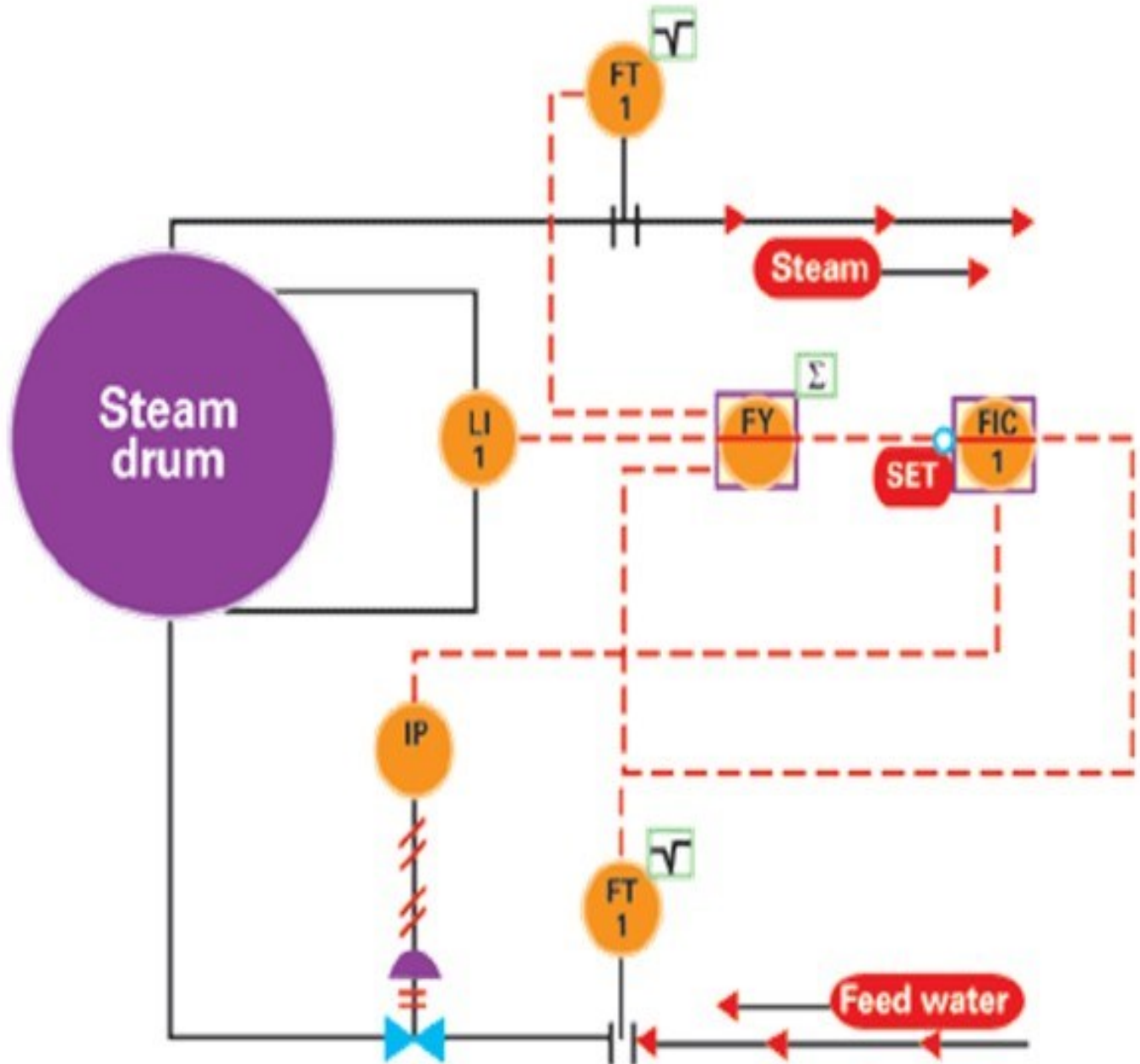
Se denomina diagrama P&ID (Piping and instrumentación Diagram) o Diagrama de instrumentación y canalizaciones de la planta, al esquema donde se registra toda la instrumentación sobre un diagrama de flujo de proceso. Permiten asociar a cada elemento de medición y/o control un código al que comúnmente se denomina “tag” del instrumento.

Los símbolos y nomenclatura que se utilizan en los diagramas de instrumentación están desarrollados en diversos estándares. Una norma muy difundida a nivel mundial son las publicadas por ISA (Instrument Society of América), en particular la S5.1.

Los sistemas de control de procesos se representan en diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID) utilizando símbolos normalizados. Se representan: instrumentación, tuberías, bombas, motores y otros elementos auxiliares.

Los instrumentos del lazo de control se representan por un círculo con las letras de designación del instrumento así como el número identificativo del lazo de control al que pertenecen (Norma ISA-S5.1).

Ilustración 1. Diagrama P&ID



3.3.1 Criterios para la elaboración de un P&ID

- Equipos : mostrar cada elemento incluyendo:
 - Unidades separadas
 - Unidades en paralelo
 - Resumen de las especificaciones de cada equipo.
- Tuberías: incluir todas las líneas, incluyendo purgas y tornas de muestra y especificar:
 - Tamaño (emplear designaciones estándar)
 - Schedule(espesor)
 - Materiales de construcción.
 - Aislamiento(tipo y espesor)
- Instrumentación: identificar :
 - Indicadores
 - Registradores
 - Controladores
 - Mostrar los lazos de control principales.
- Servicios auxiliares: identificar.
 - Punto de entrada
 - Punto de salida

Como alternativa se puede numerar cada tubería y las especificaciones de cada línea se pueden recoger en una tabla anexa al diagrama. Siempre que sea posible, el tamaño físico de las operaciones unitarias más importantes debe guardar relación con el tamaño del símbolo empleado en el diagrama. Las conexiones de los servicios auxiliares (vapor, agua de refrigeración, etc...) Toda la información de proceso que puede ser medida en la planta se muestra en el P&ID dentro de círculos. Esto incluye la información que se va a registrar y la que se va a utilizar para los lazos de control del proceso. La ubicación de estos círculos en el diagrama indica dónde se obtiene la información del proceso e identifican las medidas que se realizan y cómo se trata la información quedan identificadas mediante un número dentro de una caja en el P&ID.

Los P&ID también se emplean para la formación de los operadores de planta. Una vez que la planta está construida y está operativa, hay unos límites claros para lo que puede hacer un

operador. Para cambiar o mejorar el rendimiento de alguna unidad de la planta, lo más que se permite es abrir, cerrar o cambiar la posición de una válvula. Parte del trabajo de formación del operador consiste en la simulación de situaciones en las que el operador debe decidir qué válvula hay que cambiar, cuánto hay que abrirla o cerrarla y qué variables se deben vigilar para comprobar los efectos producidos por dicho cambio.

3.4 Identificación de los instrumentos

En los P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) o diagrama de instrumentación y canalizaciones es importante y fundamental la identificación de los instrumentos que conforman el diagrama de flujo del proceso. Esta identificación se hace mediante un código al que comúnmente se le denomina “Tag” del instrumento, el cual consiste en un arreglo de letras.

Cada instrumento o identificación o función a ser identificado es designado por un código alfanumérico o un número de etiqueta, como se indica en la figura 2. En un lazo las partes se identifican con una etiqueta generalmente común a todos los instrumentos o funciones pertenecientes al lazo. Se puede agregar un sufijo o un prefijo para completar la identificación.

Para un registrador/controlador tendría la forma TRC - 2A, con el siguiente información:

Ilustración 2. Identificación de un registrador/controlador.

T	R	C	-	2	A
Primera letra	Letras sucesivas		Numero lazo		Sufijo
Variable	Función				

- Primera letras: variable
- Letras sucesivas: función (controlador, convertidor, transmisor, etc.)
- Numero de lazo: indica el lazo de control del diagrama
- Sufijo: se usa para diferenciar dos o más instrumentos en un mismo lazo de control.

3.4.1 Identificación funcional

La identificación funcional de un instrumento o su equivalente funcional consiste de letras tomadas de la tabla 1, que incluye una primera letra la cual es para designar la edición o variable inicial, y una o más letras sucesivas las cuales designan las funciones ejecutadas, ejemplo:

- FCV : válvula control de flujo
- PI : indicador de presión
- LI: indicador de nivel
- LIC: controlador indicador de nivel

La identificación funcional de un instrumento está de acuerdo a la función y de no acuerdo a su construcción. Así un registrador diferencial de presión usado en la medición de flujo se identifica como FR.

Las letras sucesivas de la identificación funcional, designan una o más lecturas o funciones pasivas y/o funciones de salidas. Ver Tabla 3

Letras de identificación					
	Primera Letra		Letras Sucesivas		
	Variable medida	Modificador	Función de lectura	Función de salida	Modificador
A	Análisis		Alarma		
B	Quemador, combustión		Selección del usuario	usuario	usuario
C	Selección del usuario			Controlador	
D	Selección del usuario	Diferencial			
E	Tensión		Sensor (elemento		
F	Rata de flujo	Relación	primario)		
G	Selección del usuario		Dispositivo de vidrio,		
H	Manual		mirilla		Alto
I	Corriente (eléctrica)		Indicación		
J	Potencia	Muestreo			
K	Tiempo	Rata de tiempo		Estación de control	
L	Nivel		Luz		Bajo
M	Humedad	Momentáneo			Medio,
N	Selección del usuario		Selección del usuario	Selección del	intermedio
O	Selección del usuario		Orificio, restricción	usuario	
P	Presión, vacío		Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integrador, total.			
R	Radiación		Registrador		
S	Velocidad, frecuencia	Safety		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisor	
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, análisis			Válvula, damper	
W	Peso, fuerza		Vaina o pozo térmico		
X	Sin clasificar	Eje X	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Evento o estado	Eje Y		Relé, convertidor	
Z	Posición, dimensión	Eje Z		Elemento final,	

Tabla 3. Letras de identificación para variables medidas¹

¹ Tomado de (Norma ISA S5.1, pág. 30)

3.5 Tablas de símbolos gráficos

El conjunto de símbolos gráficos incluidos en esta parte, están destinados a ser utilizados para preparar:

- Diagramas de instrumentación.
- Diagramas funcionales.
- Diagramas de lógica binaria.
- Esquemas eléctricos.

Los símbolos mostrados en las diferentes tablas son dibujados a tamaño completo para su uso en los diagramas o bocetos.

Los símbolos del dispositivo y su función se muestran en la tabla 2, basándose en el formato tradicional que indica los círculos de un tamaño de 11 mm, pero pueden ser cambiados por el uso frecuente de ½ pulgada o un círculo de 12 mm.

Se tendrá en cuenta el tamaño de la reducción de los P&ID a la hora de seleccionar el tamaño del símbolo.

Todos los símbolos deben mantener las relaciones de tamaño.

3.5.1 Tablas de uso para aplicaciones comunes

Los diagramas de instrumentación que contienen los dispositivos de instrumentación y sus funciones se construyen a partir de los símbolos que se mostraran en las siguientes tablas.

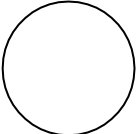
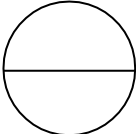
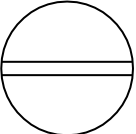
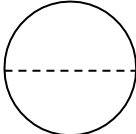
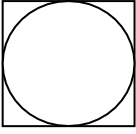
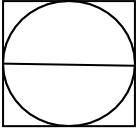
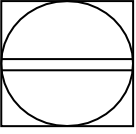
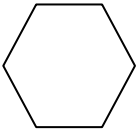
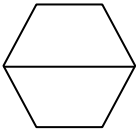
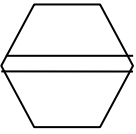
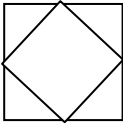
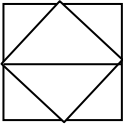
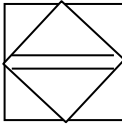
3.5.1.1 Símbolos de dispositivos de instrumentación

Los dispositivos y las funciones que son representadas por estos símbolos de burbuja son:

(a) Usado en la demostración compartida, el control compartido, configurable, el microprocesador, e instrumentación datalinked donde las funciones son accesibles por el operador son compartidas por un display o monitor.

(b) Configurado en los sistemas de control que incluyen, pero no son limitados como lo son, sistemas de control distribuidos (DCS), controladores lógicos programables (PLC), ordenadores personales (el ordenador personal), y transmisores inteligentes y válvula de posición.

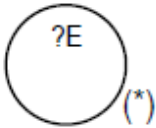
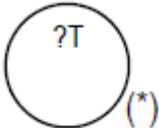
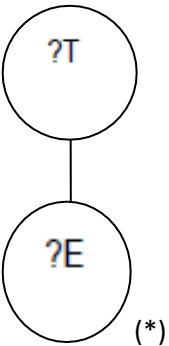
Tabla 4. Símbolos de dispositivos de instrumentación

	Montaje en campo	Localización panel principal	Localización panel auxiliar	Localización detrás del panel
INSTRUMENTOS DISCRETOS				
INSTRUMENTO CONTROL DISTRIBUIDOS				
FUNCION COMPUTADOR				
FUNCION PLC				

3.5.1.2 Símbolos transmisores

Los transmisores son elementos que reciben la variable de proceso a través del elemento primario, y la transmiten a algún lugar remoto. Las señales que se usan para transmitir la información entre los instrumentos de lazo de control son generalmente de dos tipos: neumáticas y eléctricas. Las señales neumáticas están entre 3 y 15 psi equivalentes a 0,206 y 1,033 bar. Las señales eléctricas pueden ser de 4 a 20 mA, 10 a 50 mA, 1 a 5 Volts o 0 a 10 voltios. A continuación se muestra como se representan los transmisores en un diagrama P&ID y como varían en sus tags dependiendo de la variable que midan y como estén ubicados.

Tabla 5. Símbolos transmisores 1

No	SÍMBOLO	DESCRIPCION
1		Elemento primario general, del formato de “burbuja”. La anotación del (*) nos indica que al ser utilizado debe ser identificado para saber el tipo de elemento.
2		Transmisor con elemento integrante principal, con formato de burbuja. <ul style="list-style-type: none"> La notación (*) de la tabla 4 debe ser utilizado para identificar el tipo de elemento. Conexión a proceso o a otros instrumentos por los símbolos de las tablas 14 y 13
3		Transmisor con acoplamiento cerrado y formato de burbuja. Notación (*) de la tabla 4 debe ser utilizado para identificar el tipo de elemento. Conexión a proceso o a otros instrumentos por los símbolos de las tablas 14 y 13

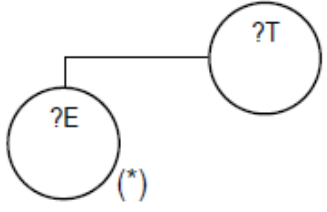
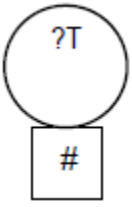
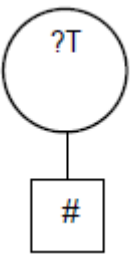
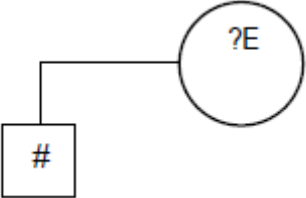
4		<p>Transmisor con el elemento primario a distancia y formato de burbuja.</p> <p>Notación (*) de la tabla 4 debe ser utilizado para identificar el tipo de elemento.</p> <p>Conexión a proceso o a otros instrumentos por los símbolos de las tablas 14 y 13</p>
---	---	---

Tabla 6. Símbolos transmisores 2

5		<p>Transmisor con elemento integral primario el cual se inserta en el interior o en la línea de flujo del proceso. Con formato grafico de burbuja.</p> <p>En el # se inserta el símbolo del elemento principal.</p> <p>Se conecta a otros instrumentos por los símbolos de la tabla 13</p>
6		<p>Transmisor con elemento primario de acoplamiento cerrado, el cual se inserta En el interior del formato de burbuja.</p> <p>En el # se inserta el símbolo del elemento principal.</p> <p>Conexión de la línea será igual o menor a 0.25 pulgadas (6mm).</p> <p>Se puede conectar a otros instrumentos por los símbolos de la tabla 13.</p>
7		<p>Transmisor con mando a distancia del elemento principal el cual es insertado en la burbuja.</p> <p>En el # se inserta el símbolo del elemento principal de la tabla 6, 7, 8, 9,10 y 11.</p> <p>Conexión de la línea puede ser cualquier línea de la señal de la tablas 6, 7, 8, 9,10 y 11.</p> <p>Conexión de la línea será igual o superior a 0,5 pulgadas (12 milímetros).</p> <p>Conectarse a otros instrumentos por los símbolos de la tabla 13.</p>

3.5.1.3 Combinaciones de letras para la designación de medición de variables

La tabla que se muestra a continuación contiene las diferentes abreviaciones de variables e instrumentos usados para la medición de flujo, nivel, presión, temperatura y análisis. El contenido de esta tabla es el complemento para cuando se usen los símbolos de transmisores mostrados en las tablas 6 y 7.

Tabla 7. ² Combinación de letras para la designación de medición de variables

Analysis							
AIR = Excess air	H2O = Water	O2 = Oxygen	UV = Ultraviolet				
CO = Carbon monoxide	H2S = Hydrogen sulfide	OP = Opacity	VIS = Visible light				
CO2 = 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	=				
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	=	=	=				
=	=	=	=				

² Tomado de (Norma ISA S5.1, pág. 39)

3.5.1.4 Elementos primarios

Los instrumentos primarios son aquellos con los que se realizan mediciones, seguimiento, control o cálculo de los dispositivos y hardware, así como sus funciones propias y funciones de software.

3.5.1.4.1 Símbolos de elementos primarios de variable Análisis

A continuación se muestra la simbología de los instrumentos primarios en los diagramas P&ID para la medición de la variable análisis.



Tabla 8. Elementos primarios para medición de variable análisis

No	Símbolo	Descripción	Instrumento
1		Conductividad, humedad, etc. Sonda de detección de un solo sensor.	
2		pH, ORP, etc. Sonda de detección con doble sensor.	
3		Sonda de detección de fibra óptica.	

3.5.1.4.2 Símbolos de elementos primarios de variable Llama

Cuando se produce la combustión de un elemento inflamable en una atmósfera rica en oxígeno, se observa una emisión de luz, que puede llegar a ser intensa, denominada **llama**. Todas las reacciones de combustión son muy exotérmicas y desprenden gran cantidad de energía en forma de calor. La llama es provocada por la emisión de energía de los átomos de algunas partículas que se encuentran en los gases de la combustión, al ser excitados por el intenso calor generado en este tipo de reacciones. En esta tabla se muestra el símbolo del instrumento utilizado para medir esta variable.



Tabla 9. Elemento primario para medición de Llama.









No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Detector de Llama ultravioleta.	

3.5.1.4.3 Símbolos de elementos primarios de variable Flujo

En la siguiente tabla se encuentran los símbolos de los instrumentos utilizados para la medición de flujo. Encontraremos medidores de flujo de líquidos para tuberías y canales abiertos y medidores de flujo de sólidos.

Tabla 10. Símbolos de elementos primarios de variable Flujo

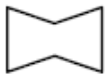

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Platina de orificio genérica. Nota: El instrumento presente es para medición de flujo de líquidos específicamente en tuberías. Su medición es en altas temperaturas y presión y es aplicable a líquidos, gases y vapor.	

2		<p>Platina de orificio concéntrica.</p> <p>Nota: El instrumento presente es para medición de flujo de líquidos específicamente en tuberías. Su medición es en altas temperaturas y presión y es aplicable a líquidos, gases y vapor.</p>	
3		<p>Platina de orificio excéntrica.</p> <p>Nota: El instrumento presente es para medición de flujo de líquidos específicamente en tuberías. Su medición es en altas temperaturas y presión y es aplicable a líquidos, gases y vapor.</p>	
4		<p>Platina de orificio de segmento.</p> <p>Nota: El instrumento presente es para medición de flujo de líquidos específicamente en tuberías. Su medición es en altas temperaturas y presión y es aplicable a líquidos, gases y vapor.</p>	
5		<p>Boquilla de flujo.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería) en grandes caudales y altas presiones, fluidos con alta velocidad.</p>	

6		<p>Tubo venturi.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería) y opera en condiciones extremas de presión y temperatura.</p>	
		<p>Platina de orificio integral.</p> <p>Nota: El instrumento presente es para medición de flujo de líquidos específicamente en tuberías. Su medición es en altas temperaturas y presión y es aplicable a líquidos, gases y vapor.</p>	
		<p>Tubo pitot estándar.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería).</p>	
		<p>Tubo pitot promedio.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería).</p>	
		<p>Flujometro de turbina.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería) no conductivos en temperaturas y presiones extremas.</p>	

11		<p>Flujometro tipo vortex</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería). Es aplicable a líquidos, gases y vapor.</p>	
12		<p>Flujometro, medidor de caudal.</p>	
13		<p>Flujometro magnético.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo en líquidos (tubería) contaminados y con sólidos en suspensión.</p>	
14		<p>Flujometro de masa Térmico</p>	
15		<p>Flujometro ultrasónico.</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería). Es ideal para tuberías de grandes diámetros.</p>	

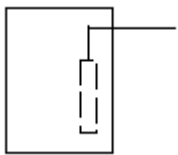

16		Flujometro de área variable.	
17		Vertedero. Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos en canal abierto.	
18		Desplazamiento positivo Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos (tubería) tales como, fluidos viscosos, agua, ácidos y líquidos alcalinos.	
19		Medidor tipo coriollis Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo másico.	
20		Bandas de pesaje Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de sólidos.	

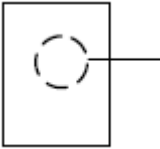



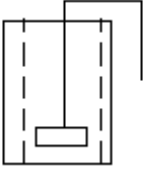
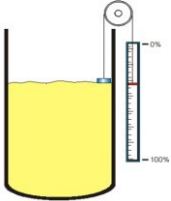
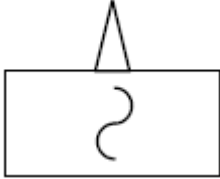

21		<p>Canal abierto</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de flujo de líquidos en canales abiertos.</p>	
----	---	---	---

3.5.1.4.4 Símbolos de elementos primarios de variable Nivel

Dentro de los procesos industriales la medición y el control de nivel se hace necesario cuando se pretende tener una producción continua, cuando se desea mantener una presión hidrostática, cuando un proceso requiere de control y medición de volúmenes de líquidos ó; bien en el caso más simple, para evitar que un líquido se derrame, la medición de nivel de líquidos, dentro de un recipiente parece sencilla, pero puede convertirse en un problema más ó menos difícil, sobre todo cuando el material es corrosivo ó abrasivo, cuando se mantiene a altas presiones, cuando es radioactivo ó cuando se encuentra en un recipiente sellado en el que no conviene tener partes móviles ó cuando es prácticamente imposible mantenerlas, el control de nivel entre dos puntos, uno alto y otro bajo, es una de las aplicaciones más comunes de los instrumentos para controlar y medir el nivel, los niveles se pueden medir y mantener mediante dispositivos mecánicos de caída de presión, eléctricos y electrónicos. A continuación se muestra una tabla con los símbolos de los instrumentos utilizados para la medición de nivel en líquidos y en sólidos.

Tabla 11. Símbolos de elementos primarios de variable Nivel

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		<p>Desplazador</p> <p>Nota: se utiliza para la medición de nivel continuo en líquidos.</p>	

2		<p>Flotador</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de nivel límite en líquidos.</p>	
3		<p>Medidor de radiación</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza cuando ningún método de medición de nivel puede operar satisfactoriamente.</p>	
4		<p>Flotador + cinta</p> <p>Nota: El instrumento se utiliza para la medición de nivel límite en líquidos.</p>	
5		<p>Radar</p>	

3.5.1.4.5 Símbolos de elementos primarios de variable Presión

Sabemos que la presión es una magnitud física escalar que mide la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie. En esta tabla se muestra el instrumento primario para la medición de esta variable.

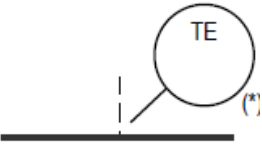

Tabla 12. Símbolos de elementos primarios de variable Presión

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Calibrador de presión u otro tipo de sensor electrónico.	

3.5.1.4.6 Símbolos de elementos primarios de variable temperatura

La temperatura es la medida de calor, asociado con el movimiento de moléculas de una sustancia. También se define como la magnitud física que mide que tan caliente o frío está un objeto. A continuación en la tabla se muestra el símbolo del instrumento primario que corresponde a la medición de la variable temperatura.

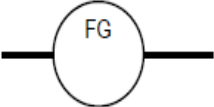

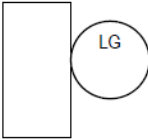
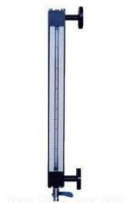
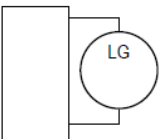
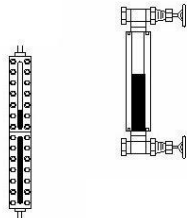
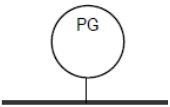

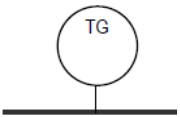

Tabla 13. Símbolo de elemento primario de temperatura

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Elemento de temperatura sin termopozo.	

3.5.1.5 Instrumentos secundarios

Los instrumentos secundarios son aquellos que son utilizados para medir y tener el control de dispositivos que incluyen hardware y no se limitan a visores de nivel, manómetros, termómetros y reguladores de presión. En la tabla se muestran los símbolos de los elementos secundarios para las distintas variables de medición. Cabe resaltar que todos los instrumentos son de vidrio, esto se nota gracias al tag de su simbología representada al final por la letra G.

Tabla 14. Instrumentos secundarios






No	Variable medida	Símbolo	Descripción	Imagen
1	Flujo		Indicador de Flujo de vidrio.	
2	Nivel		Indicador de nivel de vidrio	
3	Nivel		De vidrio con conexión externa.	
4	Presión		Presión relativa. (manómetro)	
5	Temperatura		Termómetro	








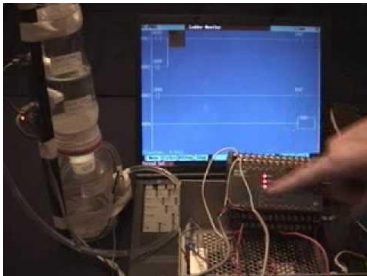


3.5.1.6 Símbolos de líneas de conexión de instrumento a instrumento.


De la tabla que se muestra a continuación la cual nos muestra los símbolos de las líneas de conexión entre un instrumento y otro hay que resaltar lo siguiente:

- Las fuentes de alimentación se muestran cuando :
A diferencia de los normalmente utilizados, por ejemplo, 120 Vcc, cuando lo normal es de 24 Vcc.
Cuando un dispositivo requiere una fuente de alimentación independiente.
- Las flechas se utilizarán si es necesario para aclarar la dirección del flujo de la señal.
- Los símbolos de la línea de conexión de dispositivos y funciones que son parte integral de sistemas dedicados, tales como los sistemas de control distribuido (DCS), controladores lógicos programables (PLC), sistemas de computadoras personales (PC), y los sistemas informáticos de control (CCS) a través de un enlace de comunicación dedicado.
- Los símbolos de la línea de conectar sistemas independientes basados en microprocesadores y computadoras basadas en el uno al otro en un enlace de comunicaciones dedicado, usando el protocolo RS232.

Tabla 15. Símbolos de líneas de conexión de instrumento a instrumento

No	Tipo de conexión	Símbolo	Imagen
1	Señal variable		
2	Señal neumática		
3	Señal electromagnética o sónica (guiada)		
4	Señal electromagnética o sónica (no guiada)		

5	Señal eléctrica		
6	Señal hidráulica		
7	Tubo capilar		
8	Enlace de datos o software		
9	Enlace mecánico		







10	Señal indefinida	/ /	
11	IA puede ser reemplazada por aire del medio, nitrógeno o cualquier otro gas.	IA _____	
12	Suministro de energía eléctrica al instrumento. ES puede ser reemplazado por 24 Vdc, 120 Vac, etc.	ES _____	
13	Suministro de energía hidráulica.	HS _____	

3.5.1.7 Símbolos de líneas de conexión de procesos y equipos

La tabla que se muestra a continuación nos muestra los símbolos que se deben emplear para la conexión de procesos y los equipos en la elaboración de un diagrama P&ID.

Tabla 16. Símbolos de líneas de conexión de procesos y equipos

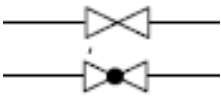

No	Tipo de línea	Símbolo
1	Conexión del instrumento a un proceso y/o equipo.	_____
2	Línea de muestreo del proceso. Tipo de localización indicada por : [ET] eléctrica, [ST] vapor, [CW] de agua helada, etc.	_____ ----- (ST) -----
3	Instrumentos genéricos conectados a línea de proceso.	











4	Instrumentos genéricos conectados a equipos.	
	Línea de proceso o de equipos que puede o no ser trazada.	
	Línea de impulso del instrumento que puede o no ser trazada.	
	Conexión roscada para la línea de proceso o de equipo.	
	Instrumento de zócalo soldado para conexión a línea de proceso.	
	Instrumento soldado para conexión a línea de proceso o equipo.	

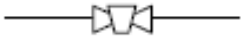

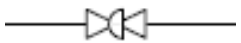







3.5.1.8 Símbolos de elementos de final de control



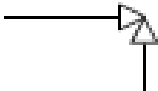






- Los símbolos de los elementos del 1 al 14, cuando se combina con un actuador de símbolos del 1 al 16 de la tabla 19, representan las válvulas de control de procesos.
- Los símbolos de los elementos del 13 al 16 combinados con los símbolos 10 y 11 de la tabla de actuadores representan las válvulas solenoides on.off.
- El símbolo 17 representa un motor que maneja o controla una variable de proceso.
- Los símbolos son aplicables a todo tipo de válvulas de control y actuadores.

Tabla 17. Símbolos de elementos finales de control

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Válvula genérica de dos vías. Válvula directa de globo. Válvula de compuerta.	

2		Válvula de ángulo genérica de dos vías. Válvula con ángulo de seguridad.	
3		Válvula de tres vías. La flecha indica la trayectoria del flujo.	
4		Válvula de cuatro vías. Las flechas indican el camino del flujo.	
5		Válvula de mariposa.	
6		Válvula de globo.	

7		Válvula de tapón.	
8		Válvula excéntrica de disco giratorio.	
9		Válvula de diafragma	
10		Válvula de pellizco	
11		Válvula de fuelle	



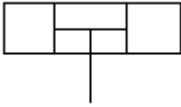

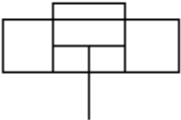

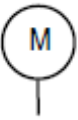



13		Válvula solenoide de encendido y apagado de dos vías.	
14		Valvula solenoide on-off con angulo.	
15		Válvula solenoide on-off de tres vías.	
16		Válvula solenoide on-off de cuatro vías	
17		Motor eléctrico	







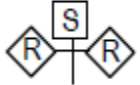

3.5.1.9 Actuadores

Un **actuador** es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula. En la siguiente tabla se muestran los actuadores con sus respectivos símbolos, para diagramas P&ID.

Tabla 18. Símbolos de actuadores

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Actuador genérico	
2		Actuador de diafragma de resorte con posicionador.	
3		Actuador de diafragma de presión equilibrada.	
4		Actuador de pistón lineal. Cilindro de simple efecto. Cilindro de doble efecto.	  Pistón lineal cilindro de doble efecto

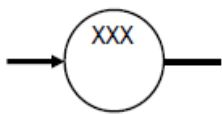

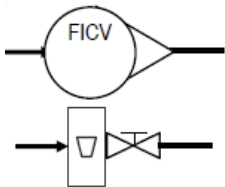

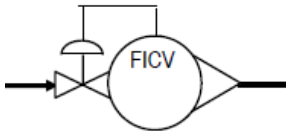

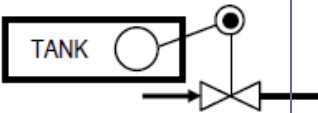

5		Actuador de pistón lineal con posicionador.	
6		Actuador de pistón rotatorio. Puede ser de simple acción con resorte de oposición o de doble efecto.	
7		Actuador de pistón rotatorio con posicionador.	
8		Motor rotatorio que puede ser eléctrico, neumático o hidráulico.	
10		Actuador manual.	 <p>Actuador manual eléctrico</p>

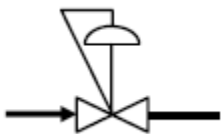
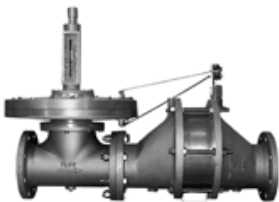
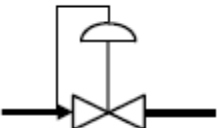

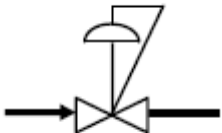


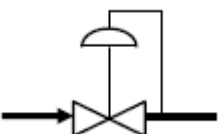

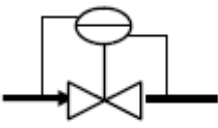

11		Actuador electro-hidráulico lineal o rotatorio.	
12		Solenoides con reset on-off manual o remoto.	 <small>AF01B-DN15C/B</small> Solenoides con reset Reset manual remoto.
13		Solenoides con reset on-off automatico.	
14		Solenoides con reset on-off manual y remoto.	

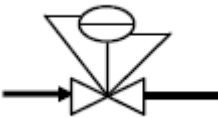

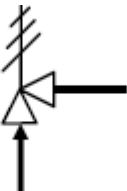

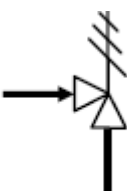

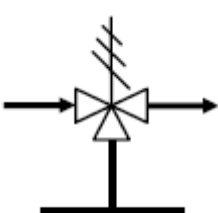

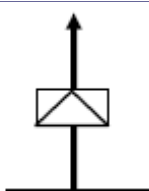
3.5.1.10 Acción del actuador

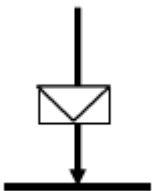
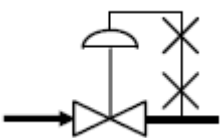

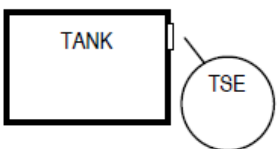

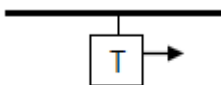

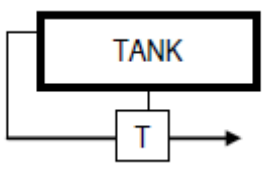
En la siguiente tabla se muestran los símbolos de las acciones de los actuadores designados por la norma ISA S5.1 – 2009 para diagramas P&ID.

Tabla 19. Acción del actuador

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Regulador automático de flujo. XXX= FCV sin indicador XXX= FICV con indicador integral	
2		Flujometro de área variable con ajuste manual de válvula.	
3		Regulador de flujo constante.	
4		Regulador de nivel	

5		Regulador de contrapresión. Llave de presión interna.	
8		Regulador de contrapresión. Llave de presión externa.	
9		Regulador de reducción de presión. Llave de presión interna.	
			
10		Regulador de reducción de presión. Llave de presión externa.	
11		Regulador de presión diferencial. Llave de presión externa.	

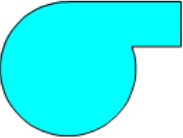

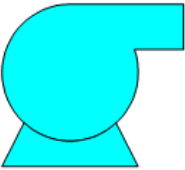

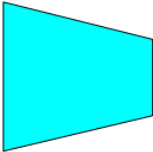

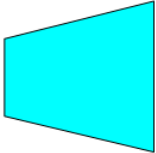

12		Regulador de presión diferencial. Llave de presión interna.	
13		Valvula de seguridad de presión genérica.	
14		Valvula genérica vacía de seguridad.	
15		Presión genérica – Valvula de alivio vacía.	
16		Elemento de seguridad de presión. Ruptura de disco por presión Presión de alivio.	

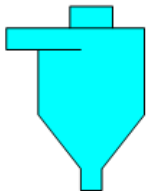

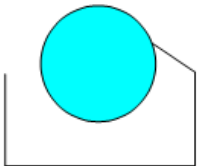

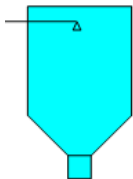

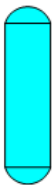

17		Elemento de seguridad de vacío. Ruptura de disco por vacío. Vacío de alivio.	
18		Regulador de temperatura.	
19		Elemento de seguridad térmica. Enchufe, fusible o disco.	
20		Trampa de humedad genérica.	
21		Trampa de humedad con línea de compensación.	

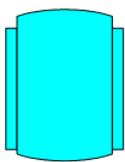

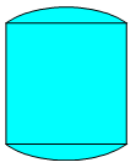

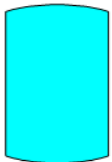

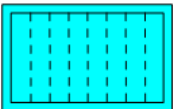

3.5.1.11 Simbología de equipos de proceso.

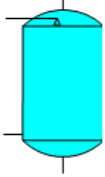

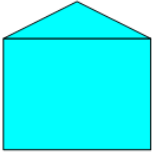

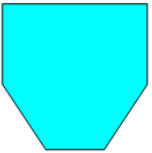





La unificación de símbolos de instrumentos para todas las áreas de la ingeniería es importante, por tal razón, en la siguiente tabla se muestran los símbolos de quipos que hacen parte de los procesos. Estos símbolos son usados para diagramas PFD, aunque hay diagramas P&ID que los incluyen para mostrar una información más detallada, del proceso representado.

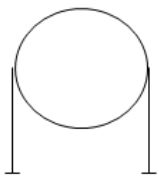

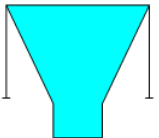



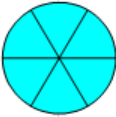

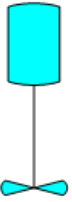

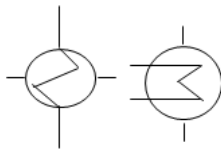

Tabla 20. Simbología de equipos de proceso

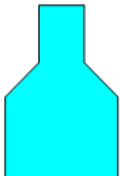

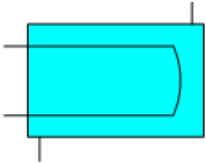

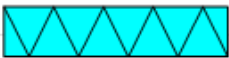

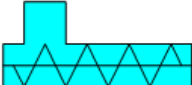

No	Símbolo	Descripción	Imagen
1		Ventilador	
2		Bomba	 Bomba centrífuga
3		Compresor	
4		Turbina	

5		Separador cyclonico	
6		Separador rotativo	
7		Pulverizador	
		Torres de destilación	

9		Tanque enchaquetado	
10		Reactor	
11		Tanque (vessel)	
12		Precipitador electrostático	

13		Depurador de gases (scrubber)	
14		Tanque atmosférico	
15		Silo (Bin)	
16		Tanque con techo flotante	
17		Tanque para gases	

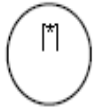



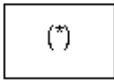


18		Tanque presurizado	
19		Tolva de pesaje	
20		Banda transportadora	
21		Alimentador rotativo	
22		Agitador	
23		Intercambiador de calor.	

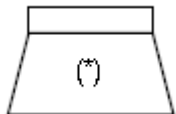
24		Horno	
25		Evaporador	
26		Mezclador	
27		Tornillo	

3.5.1.12 Diagrama de símbolos funcionales

- Flujo de la señal se supone que es de arriba a abajo o de izquierda a derecha.
- Los símbolos se muestran en un formato de diagrama vertical.
- Los símbolos se giran 90 grados hacia la izquierda en un formato de diagrama horizontal.

Tabla 21. Diagrama de símbolos funcionales

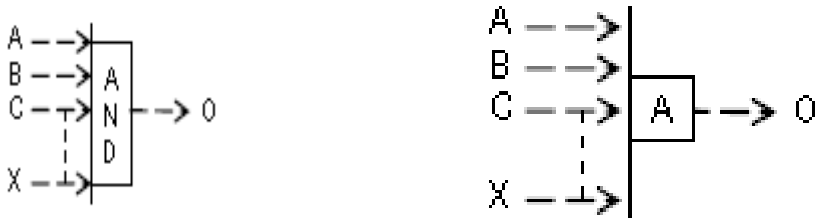

No	Símbolo	Descripción
1		De medición, de entrada o dispositivo de lectura. [*] Numero de etiqueta del instrumento.
2		Controlador automático de modo simple.
3		Controlador automático de modo doble.
4		Controlador automático de modo triple.
5		Procesador automático de una señal.
6		Procesador de señal manual.
7		Elemento de control final. Control de válvula.

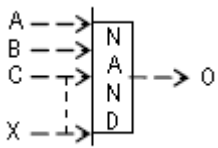
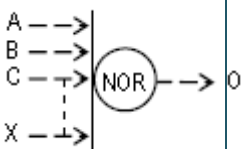
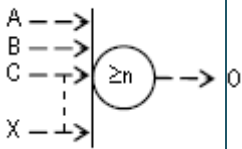
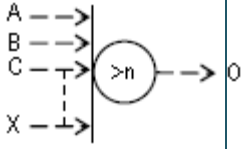
8		Elemento de control final con posicionador. Válvula de control con posicionador.
---	---	---

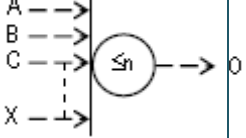
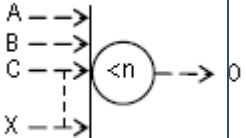
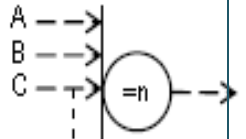
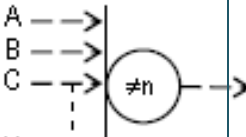
3.5.1.13 Símbolos de lógica binaria

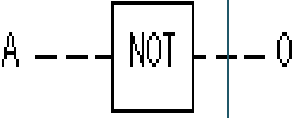
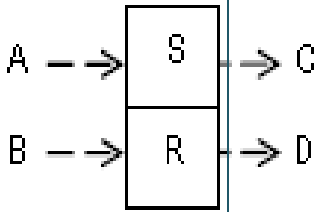
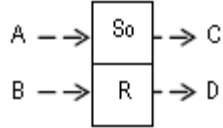
- Las señales verdaderas son iguales a uno binario, y las falsas señales son iguales a cero binario.
- Símbolos alternativo se utilizará tan sólo para las compuertas "Y" y "O".

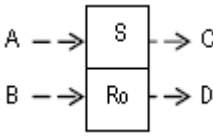
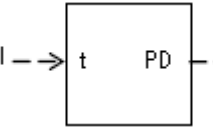

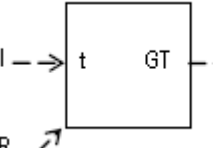
Tabla 22. Símbolos de lógica binaria

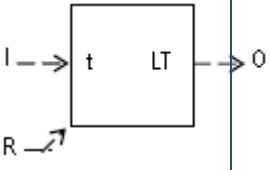
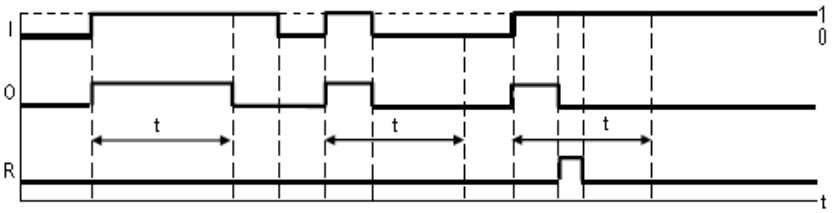
No	Función	Definición
	Símbolo	
1	Compuerta AND	<ul style="list-style-type: none"> Salida verdadera solo si todas las entradas son verdaderas
		
2	Compuerta OR	<ul style="list-style-type: none"> Salida verdadera si algunas de las entradas es verdadera.
		

3	<p>Compuerta NAND</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera solo si todas las entradas son falsas. • Salida falsa si alguna entrada es verdadera.
4	<p>Compuerta NOR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera si alguna de las entradas es falsas. • Salida falsa si alguna de las entradas es verdadera.
5	<p>Compuerta OR limitada Mayor o igual a 'n'</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera si el número de entradas verdaderas es mayor o igual a 'n'. • La tabla de verdad y grafica para n=2.
6	<p>Compuerta OR limitada Mayor a 'n'</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera si el número de entradas verdaderas es mayor que 'n'. • La tabla de verdad y grafica para n=2.

7	<p>Compuerta OR limitada Menor o igual a 'n'</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera si el numero de entradas verdaderas es menor o igual que 'n' • La tabla de verdad y grafica para n=2.
8	<p>Compuerta OR limitada Menor a 'n'</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera si el número de entradas verdaderas es menor que 'n'. • La tabla de verdad y grafica para n=2.
9	<p>Compuerta OR limitada Igual a 'n'</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera si el numero de entradas verdaderas es igual a 'n' • La tabla de verdad y grafica para n=2.
10	<p>Compuerta OR limitada No igual a 'n'</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida verdadera cuando el número de entradas verdaderas es diferente de 'n' • La tabla de verdad y grafica para n=2.

11	<p>Compuerta NOT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida es falsa si la entrada es verdadera. • Salida es verdadera si la entrada es falsa
12	<p>Memoria básica</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salidas (C) y (D) son siempre opuestas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si la entrada (A) es igual a '1' entonces la salida (C) es igual a '1' y la salida (D) es igual a '0' ➤ Si la entrada (A) cambia a '0', la salida (C) sigue siendo '1' mientras la entrada (B) sea igual a '1', entonces la salida (C) será igual a '1' y la salida (D) será igual a '0'. ➤ Si la entrada (B) es igual a '1' entonces la salida (D) será igual a '1' y la salida (C) será igual a '0'. ➤ Si la entrada (B) cambia a '0', la salida (D) sigue siendo '1' mientras la entrada (A) sea igual a '1', entonces la salida (D) será igual a '1' y la salida (C) será igual a '0'. ➤ Si las entradas (A) y (B) están simultáneamente en '1' entonces las salidas (C) y (D) cambian de estado.
13	<p>Conjunto dominante de memoria</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Salidas (C) y (D) son siempre opuestas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si la entrada (A) es igual a '1' entonces la salida (C) es igual a '1' y la salida (D) es igual a '0' ➤ Si la entrada (A) cambia a '0', la salida (C) sigue siendo '1' mientras la entrada (B) sea igual a '1', entonces la salida (C) será igual a '1' y la salida (D) será igual a '0'. ➤ Si la entrada (B) es igual a '1' entonces la salida (D) será igual a '1' y la salida (C) será igual a '0'. ➤ Si la entrada (B) cambia a '0', la salida (D) sigue siendo '1' mientras la entrada (A) sea igual a '1', entonces la salida (D) será igual a '1' y la salida (C) será igual a '0'. ➤ Si las entradas (A) y (B) están simultáneamente en '1' entonces las salidas (C) es igual a '1' y la salida (D) es igual a '0'.


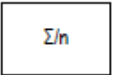
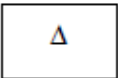

14	<p>Reinicio de memoria dominante</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Salidas (C) y (D) son siempre opuestas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si la entrada (A) es igual a '1' entonces la salida (C) es igual a '1' y la salida (D) es igual a '0' ➤ Si la entrada (A) cambia a '0', la salida (C) sigue siendo '1' mientras la entrada (B) sea igual a '1', entonces la salida (C) será igual a '1' y la salida (D) será igual a '0'. ➤ Si la entrada (B) es igual a '1' entonces la salida (D) será igual a '1' y la salida (C) será igual a '0'. ➤ Si la entrada (B) cambia a '0', la salida (D) sigue siendo '1' mientras la entrada (A) sea igual a '1', entonces la salida (D) será igual a '1' y la salida (C) será igual a '0'. ➤ Si las entradas (A) y (B) están simultáneamente en '1' entonces las salidas (C) es igual a '0' y la salida (D) es igual a '1'.
15	<p>Duración del pulso – fijo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> La salida (O) cambia de '0' a '1' y se mantiene en '1' por el tiempo prescrito de duración (t) cuando la entrada (I) cambia de '0' a '1'.
16	<p>Tiempo de retardo – apagado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Salida (O) cambia de '0' a '1' cuando la entrada (I) cambia de '0' a '1'. Salida (O) cambian de '1' a '0' cuando la entrada (I) cambia de '1' a '0' y a estado igual a '0' por el tiempo de duración ('t')
17	<p>Tiempo de retardo – encendido</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Salida cambia de '0' a '1' después que la entrada (I) cambia de '0' a '1' y la entrada (I) se mantiene (1) por un tiempo prescrito (t). Salida (O) se mantiene en '1' mientras la entrada (I) cambia a '0' o el reset opcional cambia a '1'.

18	Duración del pulso - variable	<ul style="list-style-type: none"> Salida (O) cambia de '0' a '1' cuando la entrada (I) cambia de '0' a '1'. Salida (O) cambian de '1' a '0' cuando la entrada (I) ha sido igual a '1' por un tiempo de duración (t); la entrada (I) cambia de '1' a '0' o el reset opcional cambia a '1'.
		
	NONE	

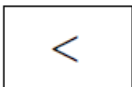
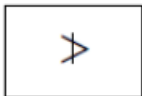
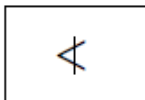
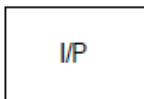
3.5.1.14 Funciones para relevadores

Estas funciones son usadas cuando algún tipo de instrumento dentro del diagrama P&ID realiza un cambio en la señal que recibe.

Tabla 23. Funciones para relevadores

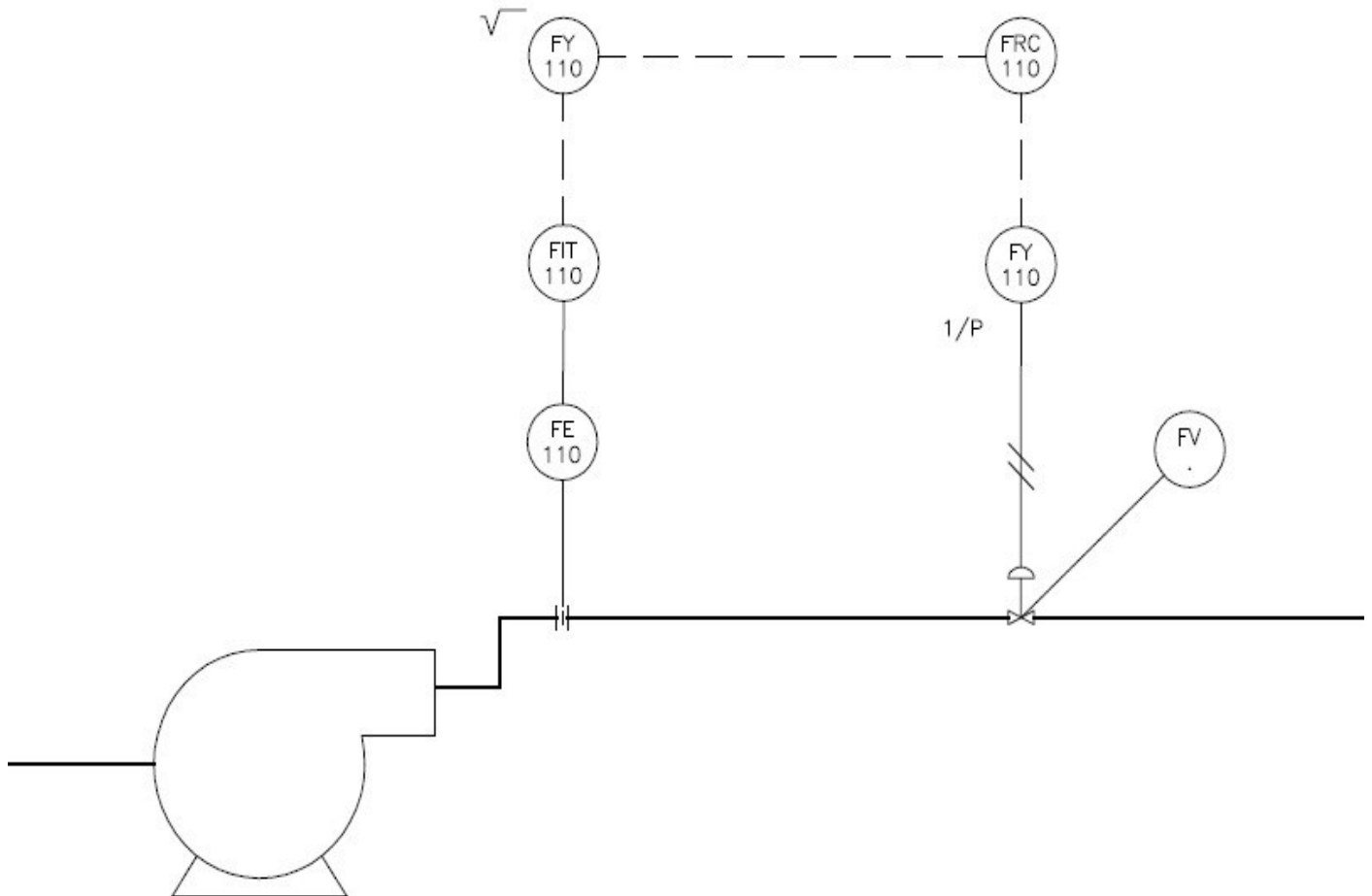
Función	Símbolo	Definición
Suma		La salida es la suma algebraica de las entradas. Las entradas pueden ser positivas o negativas.
Promedio		La salida es igual a la suma algebraica de las entradas dividida por el número de entradas.
Diferencia		La salida es igual a la diferencia algebraica de dos entradas.
Multiplicación		La salida es igual al producto de dos entradas.

División	\div	La salida es igual al cociente de de dos entradas.
Exponencial	x^n	La salida es igual a la entrada elevada a la exponente n
Extraer raíz	$\sqrt[n]{}$	La salida es igual a la raíz n de las entradas. Si n es omitida se asume raíz cuadrada.
Proporcionalidad	<div>K</div> <div>P</div>	La salida es proporcional a la entrada. En un bloque K o P puede ser 1:1, 2:1, 3:1 etc, para reemplazar a K o a P.
Proporcionalidad inversa.	<div>-K</div> <div>-P</div>	La salida es inversamente proporcional a la entrada.
Integral	\int	La salida varía con ambas magnitudes y su duración. La salida es proporcional al tiempo de integración de la entrada.
Derivada	<div>d/dt</div> <div>D</div>	La salida es proporcional a la razón de cambio de la entrada.
Función no especificada	$f(x)$	La salida es no lineal o no especificada de la entrada.
Función tiempo	$f(t)$	La salida es igual a la entrada en función tiempo o al tiempo solamente.
Selección alta	$>$	La salida es la mayor de dos p mas entradas.

Selección baja		La salida es la menor de dos o más entradas.						
Límite superior		La salida es igual a la entrada mientras su valor sea menor al límite superior, o la salida es igual al límite superior mientras el valor de la entrada sea mayor al límite superior.						
Límite inferior		La salida es igual al límite inferior mientras su valor sea menor al límite inferior, o la salida sea igual a la entrada mientras el valor de la entrada sea mayor al límite inferior.						
Convertidor		<p>La forma de la señal de salida es diferente a la señal de entrada.</p> <p>La P o la I pueden ser sustituidas por :</p> <table><tr><td>E : tensión</td><td>A: análogo</td></tr><tr><td>H: hidráulico</td><td>B: binario</td></tr><tr><td>I : corriente</td><td>D: digital</td></tr></table> <p>Q: electromagnético o sónico P: neumático R: resistencia eléctrica</p>	E : tensión	A: análogo	H: hidráulico	B: binario	I : corriente	D: digital
E : tensión	A: análogo							
H: hidráulico	B: binario							
I : corriente	D: digital							

3.5.2 Ejemplos de diagramas P&ID

Ilustración 3. Lazo de flujo.

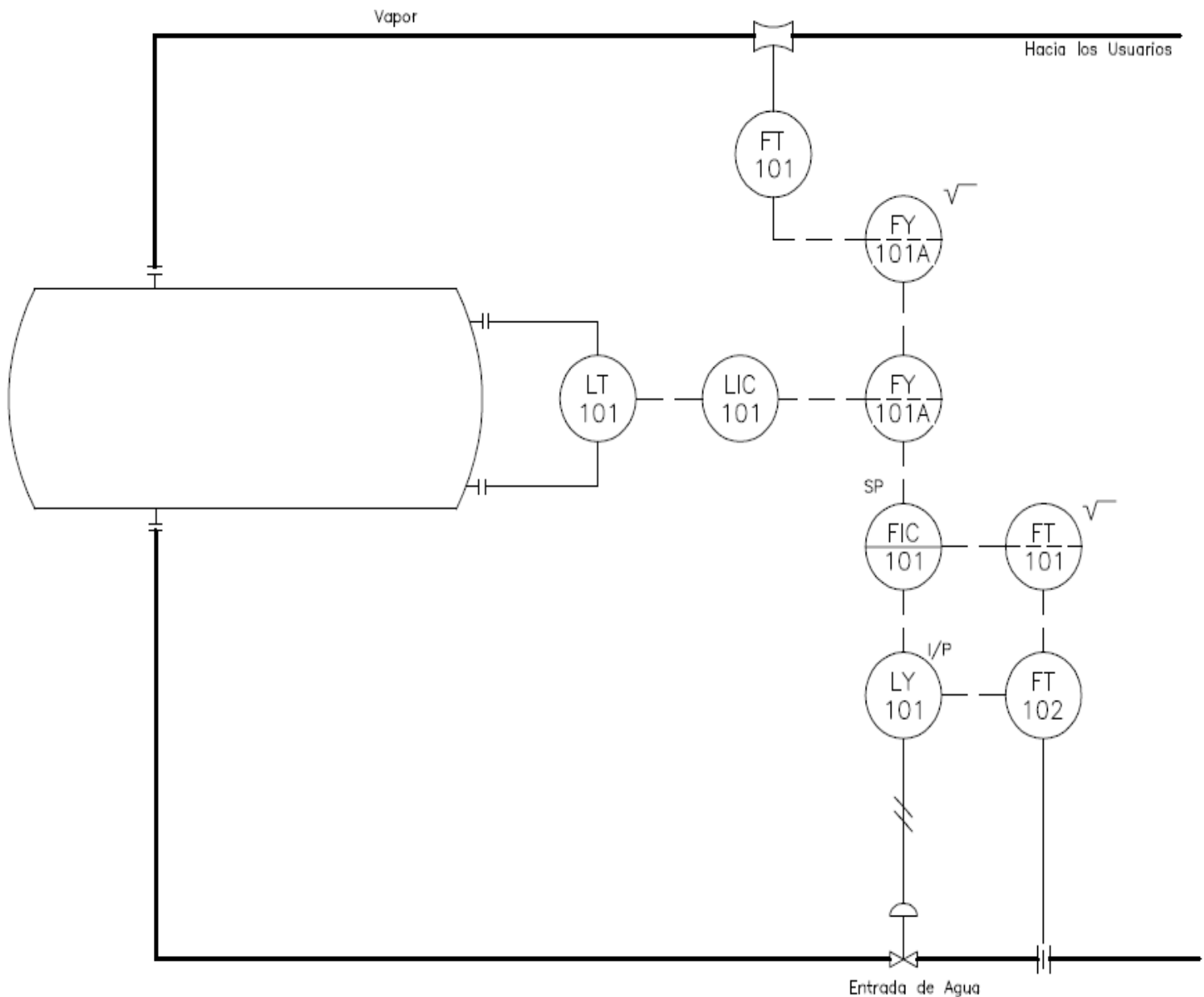


Este ejemplo corresponde a un lazo de caudal (de allí que la primera letra sea siempre F). Se eligió el número 110 para identificar el lazo.

El círculo FE-110 indica el elemento primario de medición de caudal, (como se colocaron las dos barras sobre la línea de caudal, se trata de una placa orificio) conectado a un transmisor FIT-110 (la letra I, significa que hay un indicador local). Este transmisor es electrónico, ya que la salida es una línea de guiones.

El FY-110 es un relé que extrae la raíz cuadrada a la señal y se utiliza el sufijo A ya que el mismo lazo contiene otro relé. El controlador se designa FRC-110 y tiene una letra modificadora R que significa que posee un registrador. El FY-110B es un relé conversor de señal eléctrica a señal neumática (en línea de trazo continuo con doble guion cortándola). El elemento final de control es una válvula con actuador neumático a la que se le identifica como FV-110.

Ilustración 4. Control de nivel de líquido en una caldera de tambor.

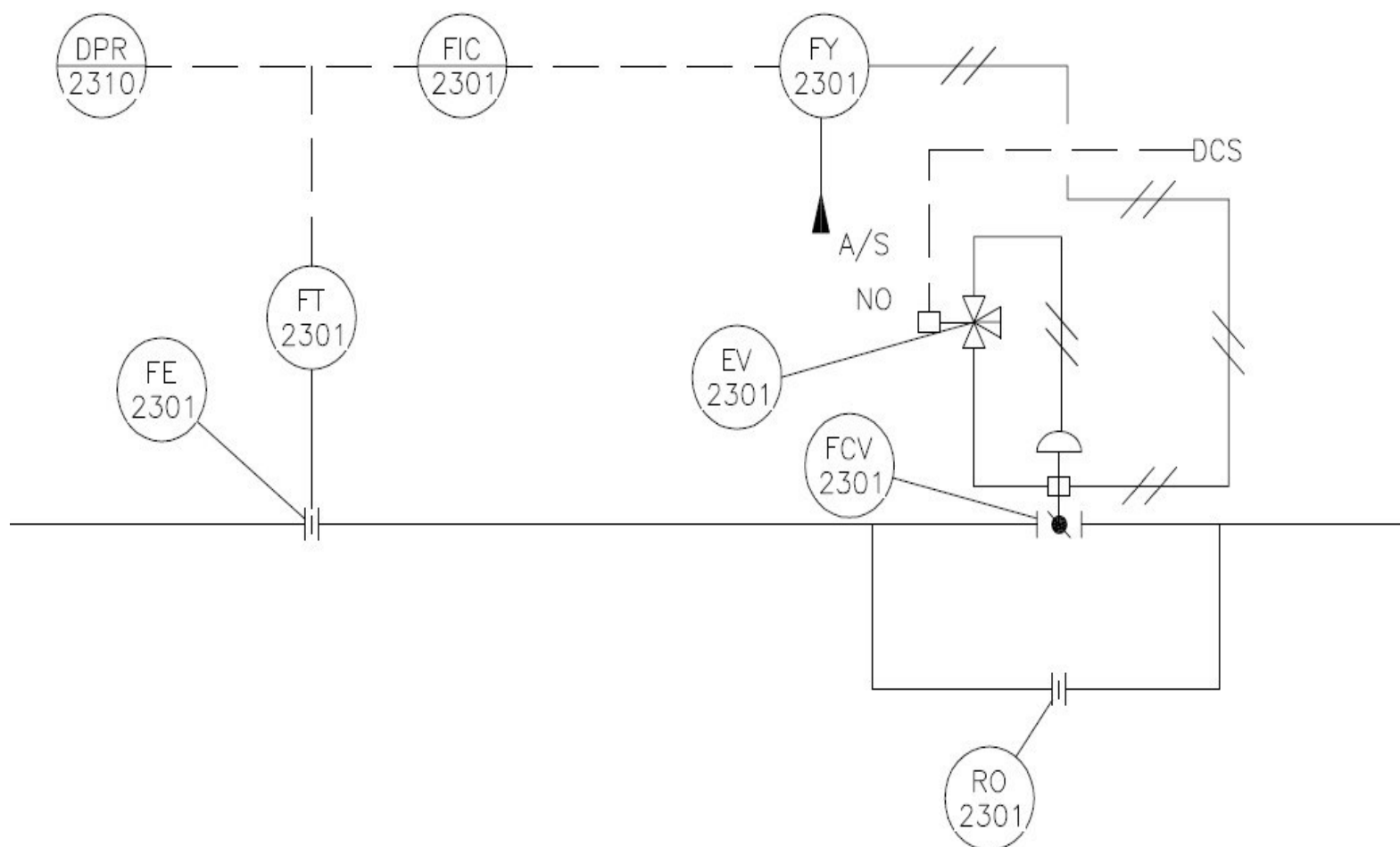


En este ejemplo tenemos 2 lazos diferentes, de nivel (representado con la letra L) y de flujo (representado con la letra F). Se eligió el número 101 para el lazo de nivel y el número 102 para el lazo de flujo.

El transmisor FT-101 envía una señal eléctrica transmitiendo el flujo de vapor que sale de la caldera, esta señal es enviada al relevador FY-101A el cual le extrae la raíz cuadrada a dicha señal. El transmisor de nivel LT-101 envía el nivel del agua en el tanque hacia el controlador de nivel LIC-101. Las señales provenientes del relevador FY-101A y del controlador LIC-101 llegan a un relevador el cual suma estas dos señales y envía la señal resultante al controlador FIC-102.

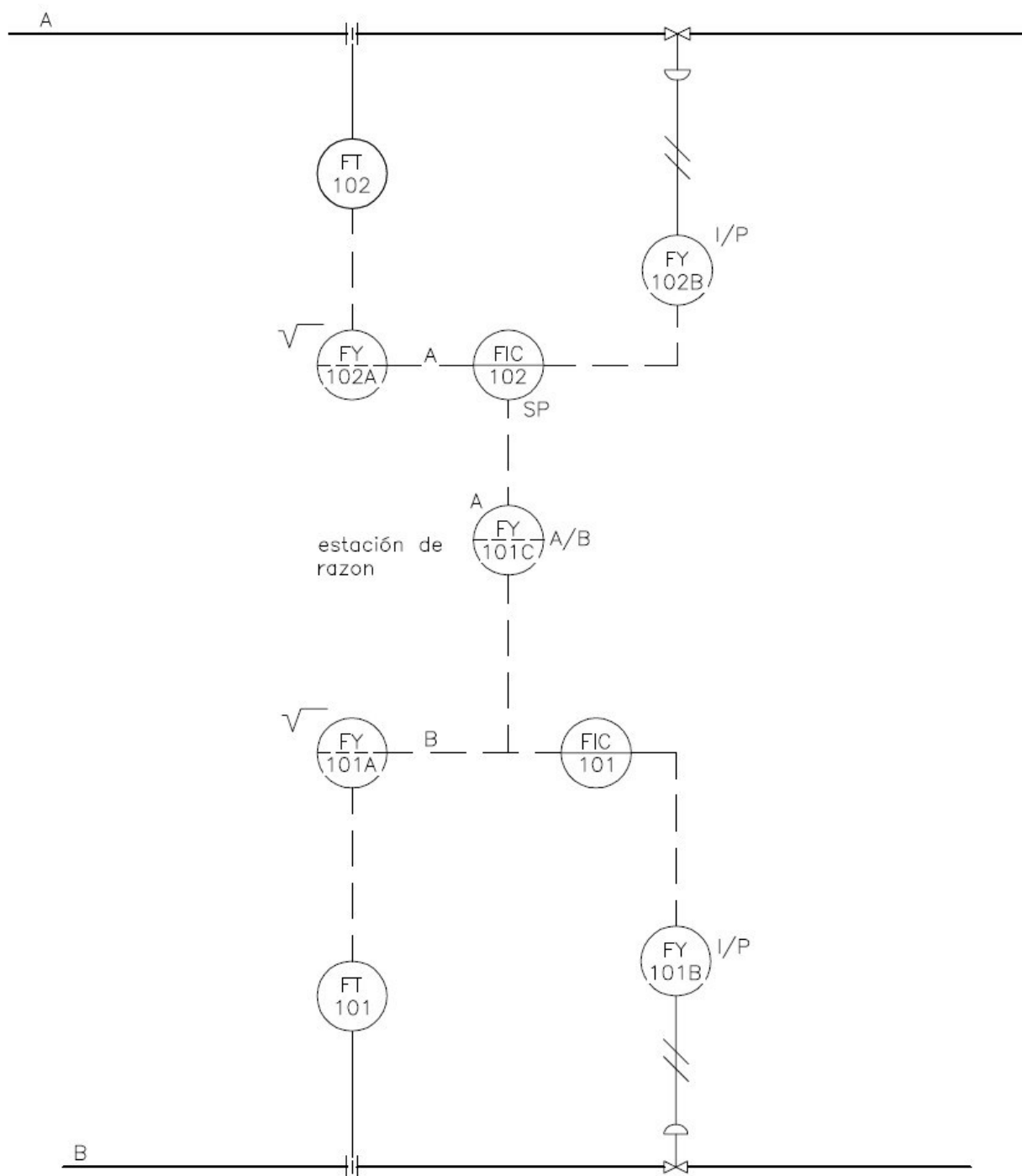
En el segundo lazo tenemos un elemento primario representado por FE-102 este es un sensor de flujo el cual envía una señal eléctrica al transmisor FT-102, este a su vez envía una señal al controlador FIC-102. El controlador FIC-102 al comparar las señales provenientes de FY-101B y de FT102, envía una señal eléctrica al relevador LY-101 el cual convierte dicha señal en una señal neumática la cual controla la apertura o cierre de la válvula de agua.

Ilustración 5.



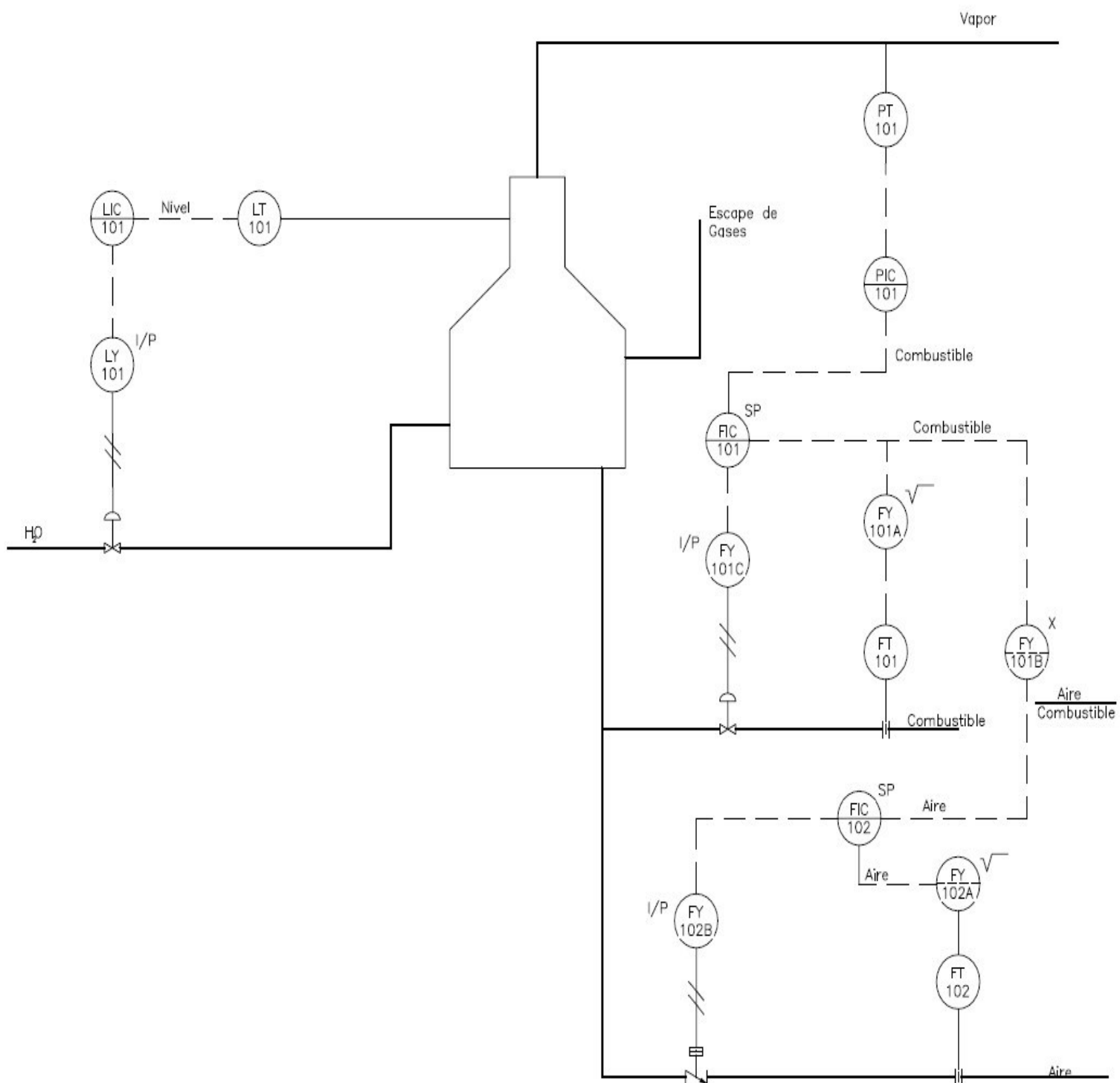
En este ejemplo vemos un lazo de control de flujo identificado con el número 2301. El elemento DPR-2310 es un receptor de presión diferencial. FT-2310 es un transmisor de flujo electrónico, este actúa como elemento primario ubicado en una platina de orificio. La salida del FT-2301 y del DPR2301 llegan al FIC-2301, el cual es un controlador, indicador de flujo. La salida de este controlador llega un relé de flujo FY-2301 el cual tiene un convertidor I/P que convierte la señal electrónica que le llega a neumática y es la que actúa sobre la válvula de mariposa con actuador FCV-2301 y una válvula de tres vías EV-2301. La señal de salida que controla esta válvula de tres vías va a un DCS.

Ilustración 6. Control de razón del flujo de dos líquidos



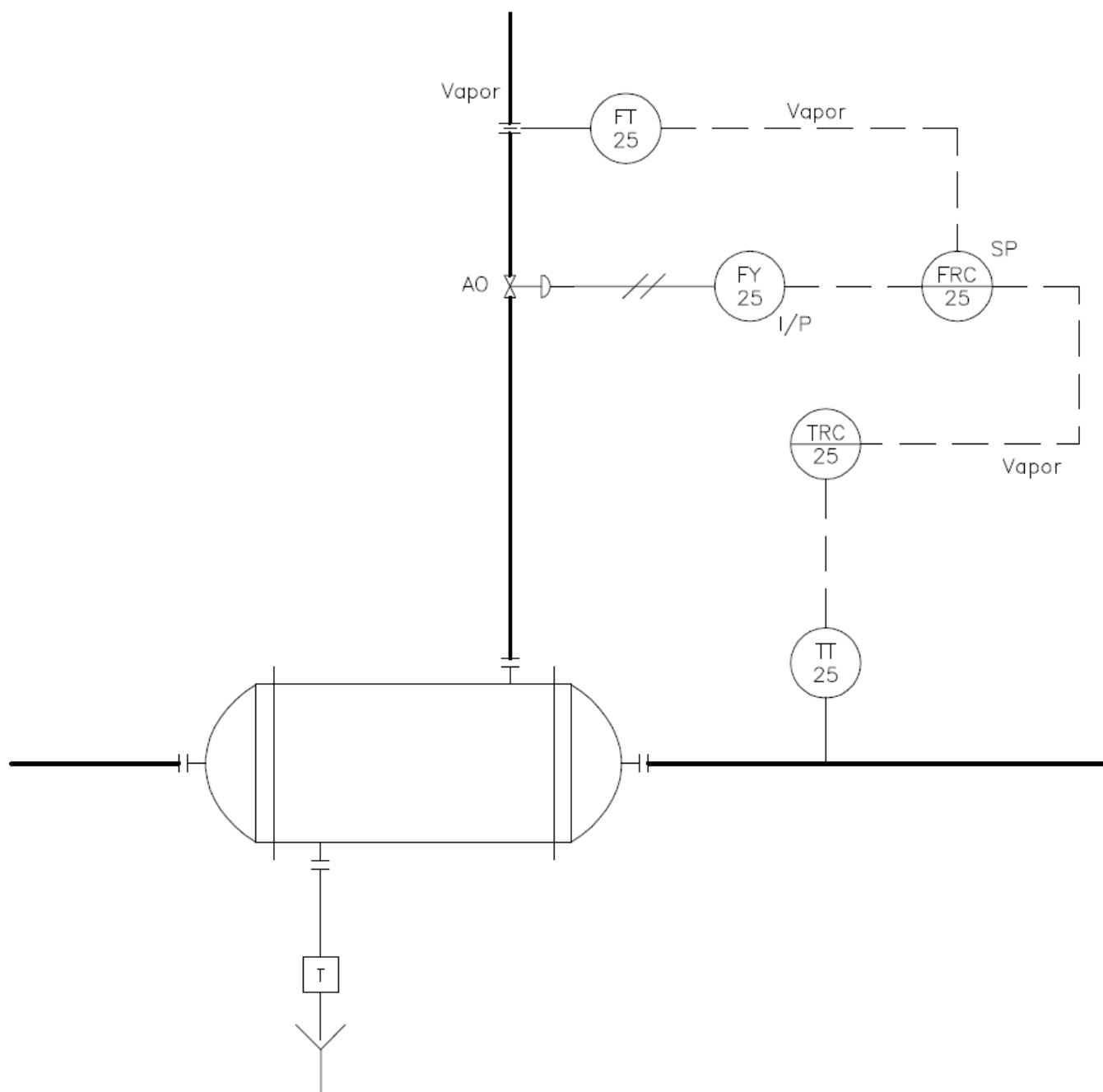
Este ejemplo expone la necesidad de mezclar dos corrientes de liquido, A y B , en cierta proporción o razón. Si se tuviera que incrementar el flujo total , el operador solo tendría que cambiar un flujo, el punto de control de FIC 101. Se utiliza la abreviación SP para indicar la señal del punto de control de un controlador. la salida del extractor de raíz cuadrada FY 102^a es el flujo de corriente A. si se multiplica esta señal por la razón B/A, la señal que sale de FY102B es el flujo que requiere de la corriente B. se puede observar también cada uno de los lazos de corriente tiene su respectivo numero, el lazo de la corriente B esta dado por 101 y el de la corriente A por 102.

Ilustración 7. Control de la razón aire/combustible que entra a un horno.



Este ejemplo muestra el control de la razón aire/combustible la cual se ajusta manualmente. Se pueden observar dos lazos de control, el de combustible viene dado por el número 101 y el de aire por el 102. El flujo de combustible se fija mediante PIC-101 y el aire se raciona a partir del flujo de combustible. Cualquier perturbación en el flujo se corrige por medio de los circuitos de flujo. El flujo de aire siempre sigue el flujo de combustible, esto es con el controlador de presión se cambia primero el flujo de combustible y entonces, el flujo de aire sigue al de combustible.

Ilustración 8. Sistema de control de un intercambiador



Este ejemplo consta de un sistema donde la temperatura con que sale el líquido que se procesa se controla mediante la manipulación de la posición de la válvula de vapor. Se observa un esquema en cascada con un circuito de flujo, el punto de control del controlador de flujo se reajusta con el controlador de temperatura, cualquier cambio en el flujo se compensa por medio del circuito de flujo. El significado físico de la señal que sale del controlador de temperatura es el flujo de vapor que se requiere para mantener la temperatura en el punto de control. El número de lazo de este esquema es 25. Los transmisores y controladores son electrónicos.

BIBLIOGRAFÍA

Norma ISA S5.1. (18 de September de 2009). ANSI/ISA-5.1-2009. *Instrumentation Symbols and Identification* . ISA.

CONTROL AUTOMATICO DE PROCESOS. Teoría y práctica. SMITH. CORRIPIO.