

## CAPITULO 2

# *SIMBOLOS Y DIAGRAMAS*

En este capítulo conocerá:

- La simbología de las principales variables de un proceso
- Los diagramas de detalle de lazos de control

Los símbolos y diagramas son usados en el control de procesos para indicar la aplicación en el proceso, el tipo de señales empleadas, la secuencia de componentes interconectadas y de alguna manera, la instrumentación empleada. La Sociedad de Instrumentistas de América (ISA por sus siglas en inglés Instruments Society of America) publica normas para símbolos, términos y diagramas que son generalmente reconocidos en la industria. Este capítulo está basado en esas normas y ayudará a utilizar e interpretar los símbolos utilizados en el control de procesos.

### *Identificación del Instrumento*

Los instrumentos son generalmente identificados por números en una etiqueta. El número de la etiqueta identifica (1) la función en el proceso y (2) el lazo de control en el cual está localizado. La figura 2-1 indica cómo las letras y los números son seleccionados y agrupados para lograr una rápida identificación.

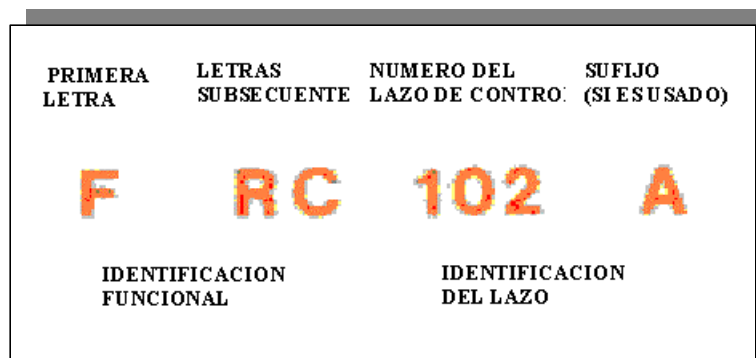


Fig. 2-1 Letras y Números Utilizados para Números de Etiquetas

La función o variable de proceso puede ser fácilmente asociada con el tipo de medición hecha en el proceso. Así, el FRC (Flow Recorder Controller por sus siglas en inglés) mostrado en la figura. 2-1 identifica un controlador registrador de flujo. Las letras del alfabeto son utilizadas para formar la combinación de estos nombres. En la figura. 2-2 su muestra la tabla con las letras correspondientes a cada término.

PRIMERA LETRA(S)		LETRAS POSTERIORES		
VARIABLE DE PROCESO	MODIFICADOR	READOUT	OUTPUT	MODIFIER
A análisis		A alarma		
B quemador de flama		*	*	*
C conductividad			C controlador	
D densidad	D diferencial			
E voltaje		E elemento primario		*
F flujo	F relacion			
G gaping		G vidrio		
H hand				H alto
I corriente		I indicador		
J potencia	J muestrear			
K tiempo			K estación de control	
L nivel		L light		
M humedad				M medio
N *		*	*	*
O *		O orificio		
P presión		P punto		
Q cantidad	Q integrado			
R radioactividad		R recorder		
S velocidad	S safety		S interruptor	
T temperatura			T transmisor	
U multivariable		U multifunción	U multifunction	U multifunción
V viscosidad			V válvula	
W peso		W pozo		
X				
Y *			Y relay	
Z position			Z drive	
*as desired				

Fig. 2-2 Identificación del Instrumento con Letras

Los números para la identificación del lazo de control tienen una base diferente y sirve para un propósito diferente. El FRC de la figura 2-1, por ejemplo, es también el número del lazo del instrumento en este caso 102 en un proceso. Este número puede ser modificado posteriormente para indicar la localización del instrumento.

Por ejemplo, la figura 2-1 podría haber sido numerada también FRC 25-102 ó 25 FRC 102. Ambos códigos se leen de la siguiente manera: controlador registrador de flujo No. 102, construcción 25. Normalmente cuando se tiene varios instrumentos del mismo tipo se agrega una letra después del número.

Por ejemplo, si el registrador de flujo recibe señales de dos transmisores de flujo separados, la etiqueta de un transmisor se podría leer FT 102 A (flow transmitter por sus siglas en ingles) y la otra se podría identificar por FT 102 B.

En los diagramas los números de la etiqueta son colocados dentro de círculos. La figura 2-3 muestra varias normas de arreglos de círculos. Note que la identificación funcional está siempre en la mitad superior del globo mientras que el número del lazo de control está en la mitad inferior. Una línea dibujada en el centro indica un instrumento montado en el panel de control.

Un círculo sin línea en el centro indica que está montado en forma local o en el campo. Una línea punteada indica que está montado atrás del tablero de control. Cuando dos círculos son dibujados unidos (figura 2-3) están indicando múltiples funciones.

Por ejemplo si el FRC ( Control registrador de flujo) mostrado en la figura 2-1 incluye una segunda plumilla para graficar presión, un círculo doble aparecería en el dibujo para indicar su función.

Un número colocado fuera del círculo identifica el tablero de control donde el instrumento está instalado (Figura 2-3).

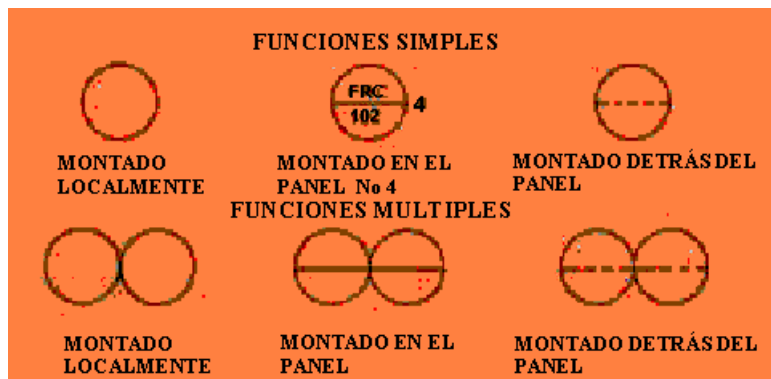


Fig. 2-3 Símbolos Estándar

Las señales de instrumentación utilizadas en el control de procesos son usualmente de los siguientes tipos: Neumática, electrónica (eléctrica), capilar, hidráulica, sónica o indicando radioactividad. Cada señal tiene un símbolo diferente y los símbolos son mostrados en la figura 2-4.

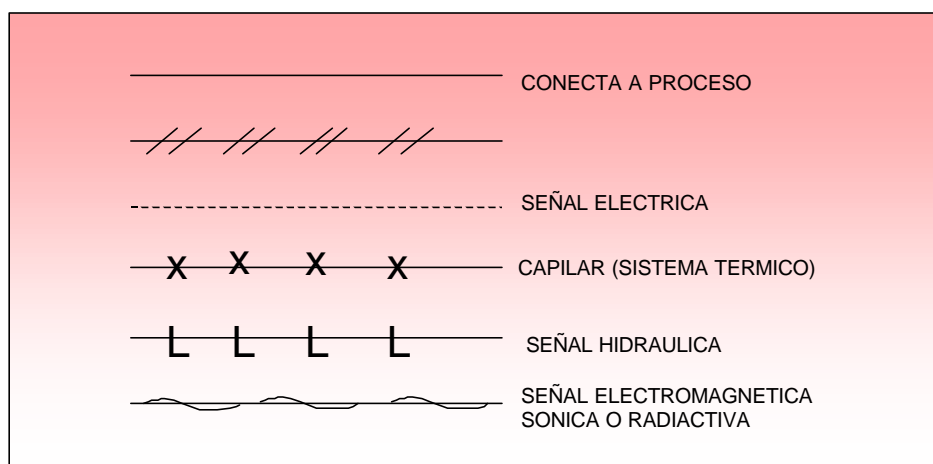


Fig. 2-4. Líneas de Conexión de Instrumentos

### *Símbolos en el Control de Procesos*

Los símbolos de los instrumentos que representan un proceso de intercambio de calor están mostrados en la figura 2-5. Note que se utilizan varios elementos primarios y varios tipos de señales son utilizados. Aunque las señales eléctricas y neumáticas no son comúnmente utilizadas juntas, ambas son utilizadas en este diagrama para demostrar aplicaciones típicas de los símbolos de instrumentos.

Así el registrador de flujo 100 que está montado en el panel, tiene una entrada neumática y el controlador registrador de temperatura 101 que está montado en el panel, tiene un sistema de llenado térmico o entrada capilar.

Usualmente se puede obtener considerable información sobre procesos e instrumentación estudiando un dibujo similar a la figura 2-5. Aquí los lazos combinados para la medición del flujo de vapor (FR 102) y la presión del vapor (PR 103) ilustran cómo son aplicados los símbolos.

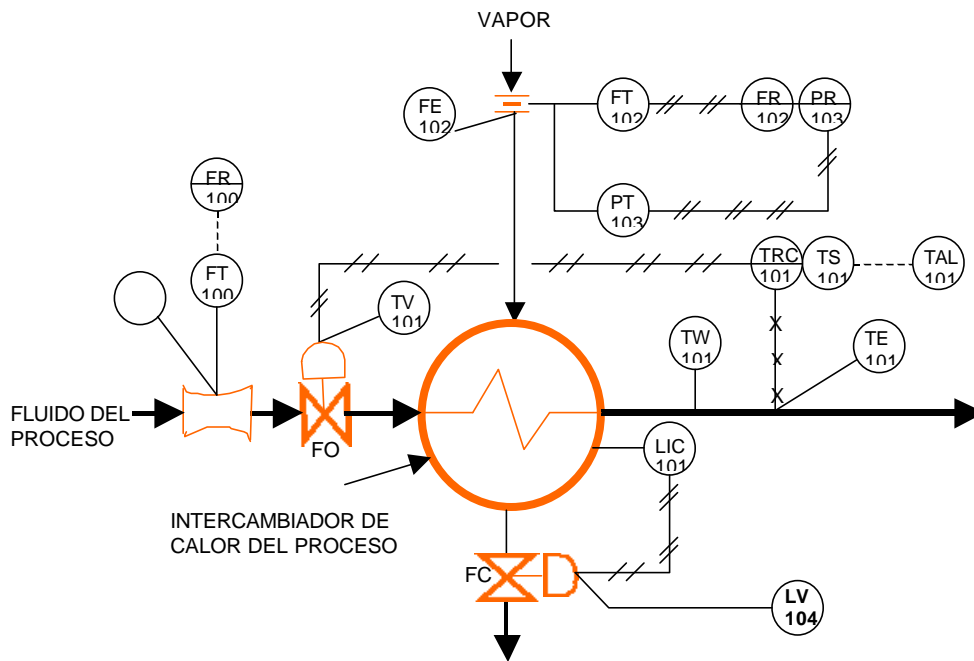


Fig. 2-5 Símbolos de Instrumentos en un Proceso Simple

Como un ejemplo, note el símbolo para medición del flujo de vapor. Este componente aparece en la figura 2-6 como una placa de orificio biselado (FE 102).

La salida neumática del transmisor montado localmente FT 102 (figura. 2-5) envía una señal al registrador que está en el panel de control con la identificación FR 102. El 1 identifica la localización en el panel. Información similar del lazo de presión (PT 103 y PR 103) incluye el hecho que la presión de salida es registrada. Cuando se miden fluidos compresibles (gas, aire, vapor), el uso de la presión de entrada o la de salida afectará significativamente la cantidad final o el volumen que se calcule con los datos registrados en las graficas. En el ejemplo mostrado en la figura 2-5, el vapor fluye al intercambiador para calentar el fluido del proceso.

La línea que une el transmisor de presión al proceso es colocada en el intercambiador en el lado de salida de la placa de orificio, lo cual indica que se registra la presión de salida. En el lazo de flujo 100, el elemento de flujo o dispositivo primario difiere del que se utilizó en el lazo de vapor. De acuerdo a la figura 2-6, éste es un tubo de Venturi. La señal de salida del transmisor es electrónica.

En el lazo de temperatura (TRC 101), el elemento final de control es una válvula. Las letras FO justo debajo del símbolo de la válvula, indica que la válvula abre si el diafragma se rompe, o la señal de aire falla, o si existe una condición similar. El segundo círculo unido al TRC (TS 101) significa que se utiliza un interruptor para activar un TAL (alarma por baja temperatura por sus siglas en inglés Temperature Alarm Low), la cual también está localizada en el panel de control.

### ***Reconocimiento de Símbolos***

Si se requiere determinar el significado de las conexiones de los lazos, deberá estar capacitado para reconocer los símbolos representativos de los elementos primario y final. Los dispositivos primarios para temperatura, presión, nivel y flujo son mostrados de la figura 2-6 a la 2-9. La figura 2-10 está dedicada a los dispositivos finales. Existen otros dispositivos primarios y finales además de los mostrados en las figuras. Sin embargo, si domina los aquí presentados los otros serán fáciles de reconocer.

### ***Temperatura***

En la figura 2-6, los TW (termopozos por sus siglas en inglés termo well) son incluidos dentro de los elementos primarios. Por ejemplo el elemento primario TR 31 indica un registrador de temperatura que está directamente conectado a la tubería del proceso por un sistema de llenado térmico. Un TW es usualmente instalado de 10 a 12 pulgadas (250 a 475 mm) dentro del elemento térmico.

Para probar los instrumentos instalados con exactitud y sin mover o reemplazar el elemento primario, inserte un termómetro de vidrio, termopar de prueba o un bulbo de resistencia en el termopozo. Este procedimiento es más exacto que uno donde el elemento primario es reemplazado durante la prueba. En el último caso, la temperatura del TW podría cambiar durante el cambio del nuevo elemento primario y la lectura sería inexacta.

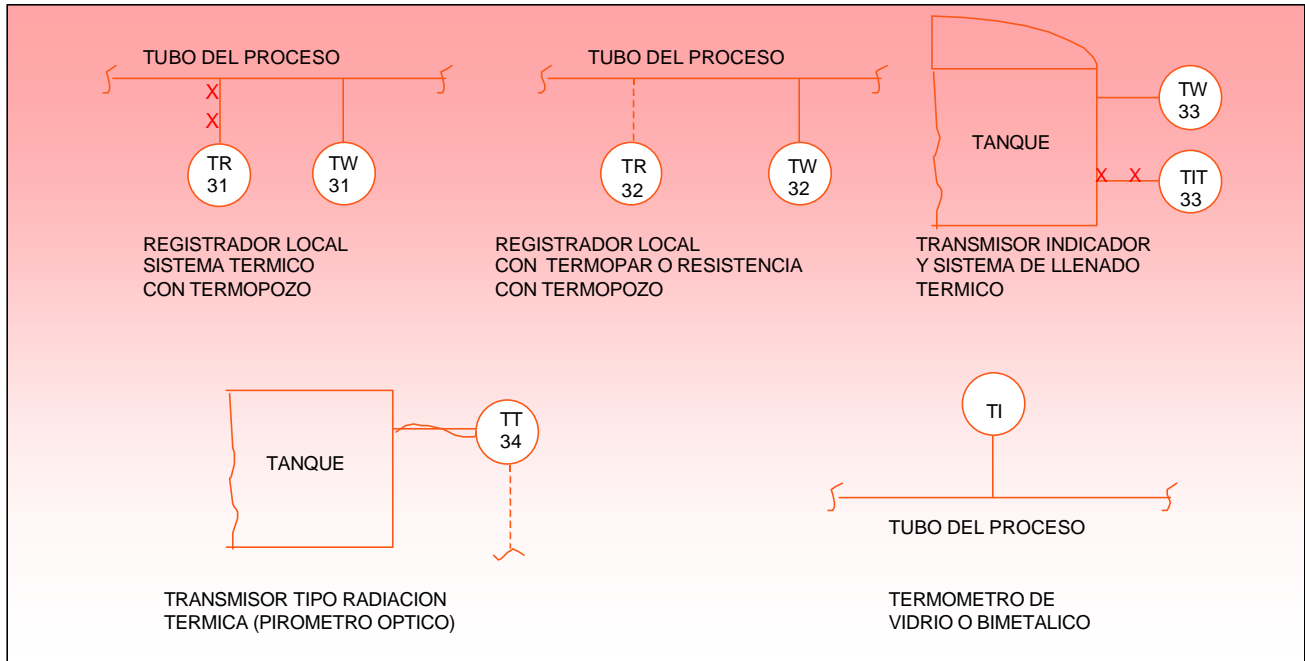


Fig. 2-6 Elementos Primarios para Control de Temperatura

**Presión**

La figura 2-7 muestra algunas aplicaciones de medición de presión más comunes en instrumentación de procesos.

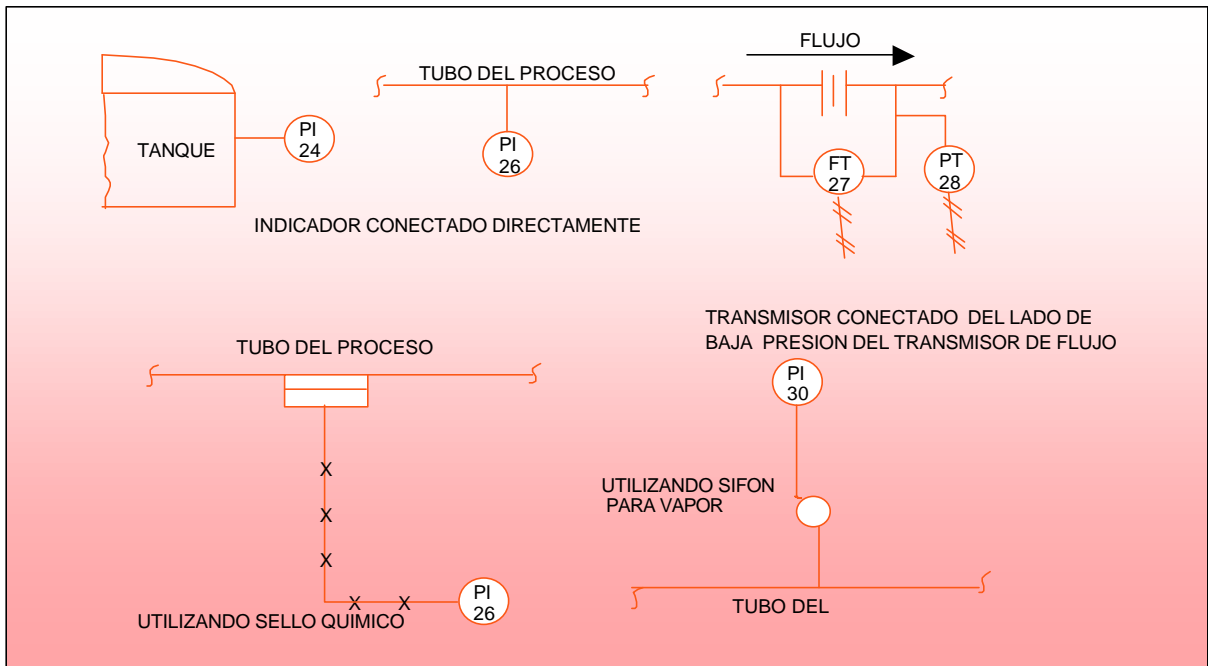


Fig. 2-7 Elementos Primarios para Control de Presión

**Nivel**

La figura 2-8 muestra que los símbolos de nivel y las instalaciones actuales tienen mucho en común. Note la diferencia entre LT 18 y LT 19. El LT 18 tiene una derivación diferencial aplicada a un recipiente cerrado o presionado y el LT 19 es conectado a un tanque abierto, además el lado de baja presión es venteado a la atmósfera.

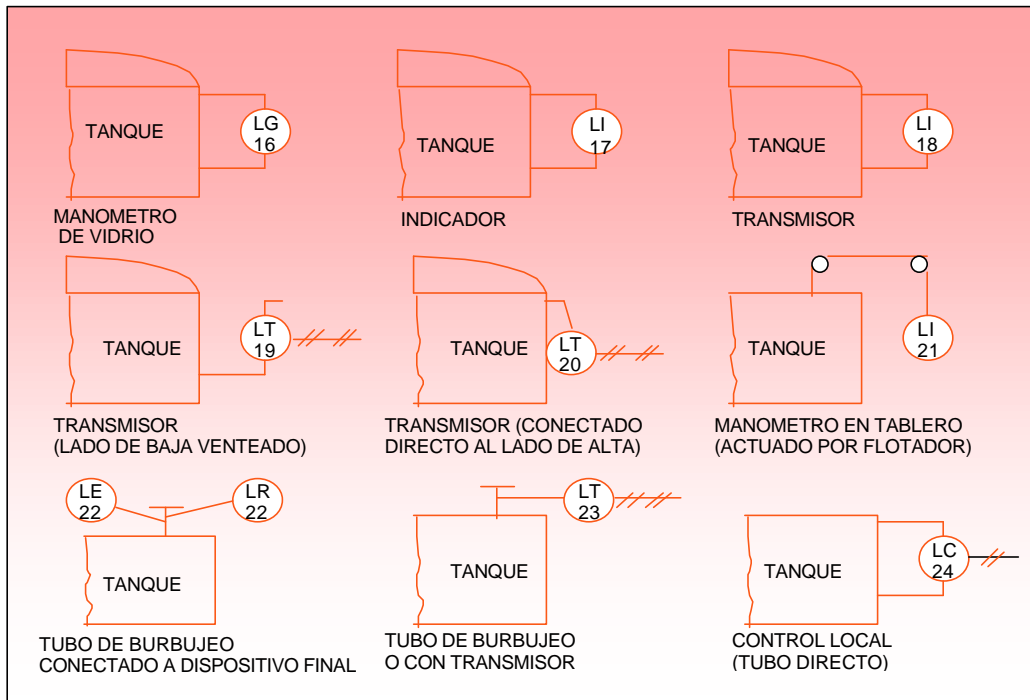


Fig. 2-8 Elementos Primarios de Control de Nivel

**Flujo**

En la figura 2-9, el FE-5 es un tubo Pitot y el FE 9 (Flow element) es un medidor de tipo propela, ambos dibujos se asemejan en los mecanismos de los medidores de flujo que representan, porque se buscó que los símbolos fueran lo más parecido posible a los aparatos medidores.



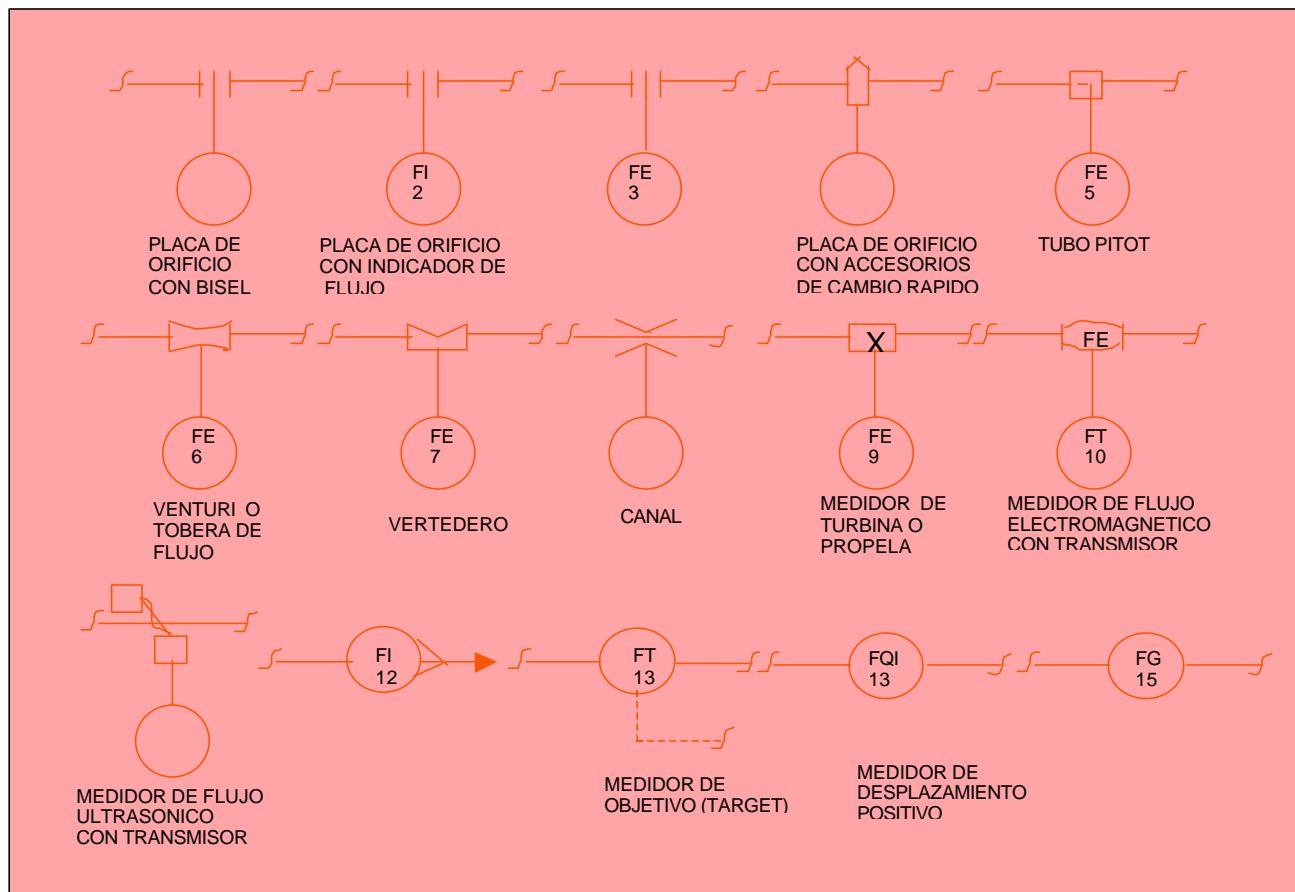


Fig. 2-9 Elementos Primarios para Control de Flujo

***Elementos finales de control.***

Las válvulas, elementos finales en los lazos de control se muestran en la figura 2-10 las válvulas son los elementos de control más comunes, sin embargo se utilizan también otros elementos finales de control como son los amortiguadores, controles de velocidad o circuitería de posición. Nótese que cualquiera de los actuadores listados puede ser utilizado con cualquiera de los cuerpos de las válvulas mostradas. Usualmente se utilizan sólo los símbolos más simples y se reservan las especificaciones detalladas para los diagramas de los lazos de control.

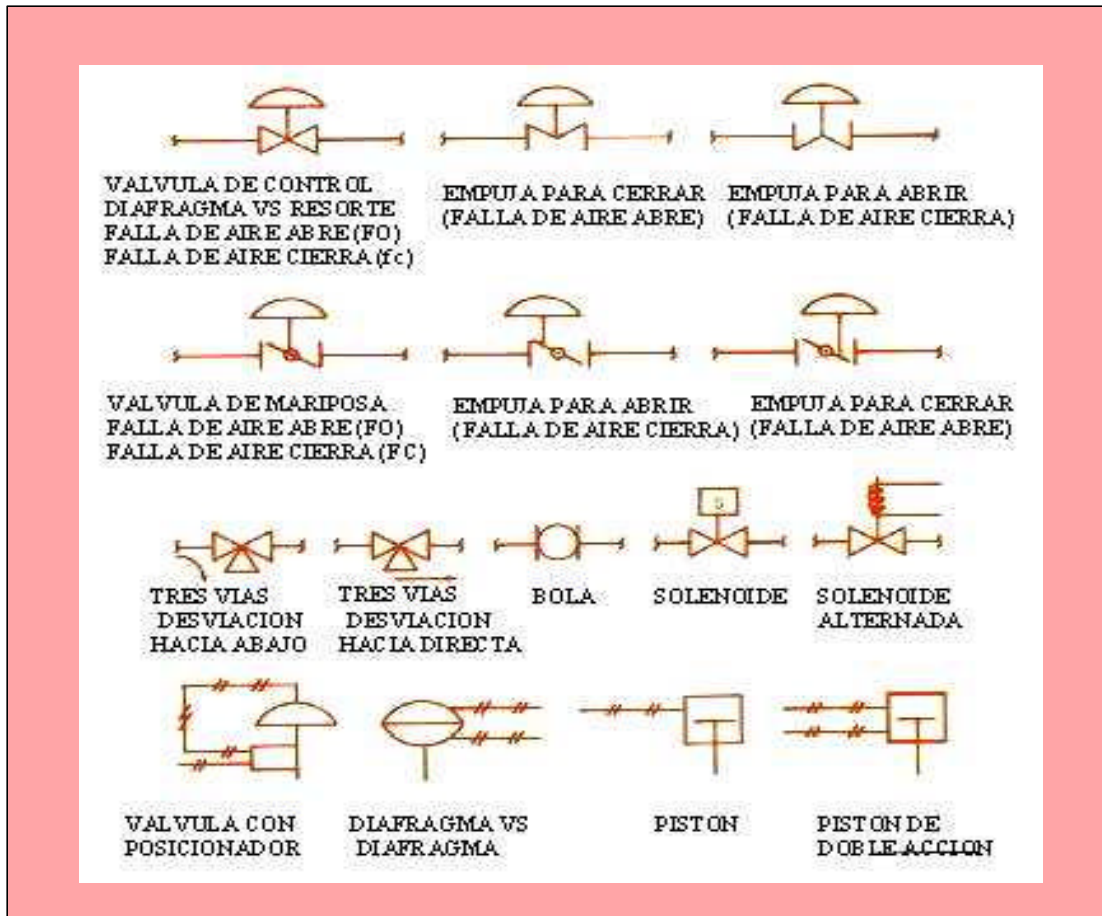


Fig. 2-10 Elementos Finales de Control

### Diversos Símbolos

La figura 2-11 muestra otros símbolos frecuentemente utilizados porque varios ejemplos de éstos aparecen en los dibujos subsecuentes, es importante que usted se familiarice con ellos.

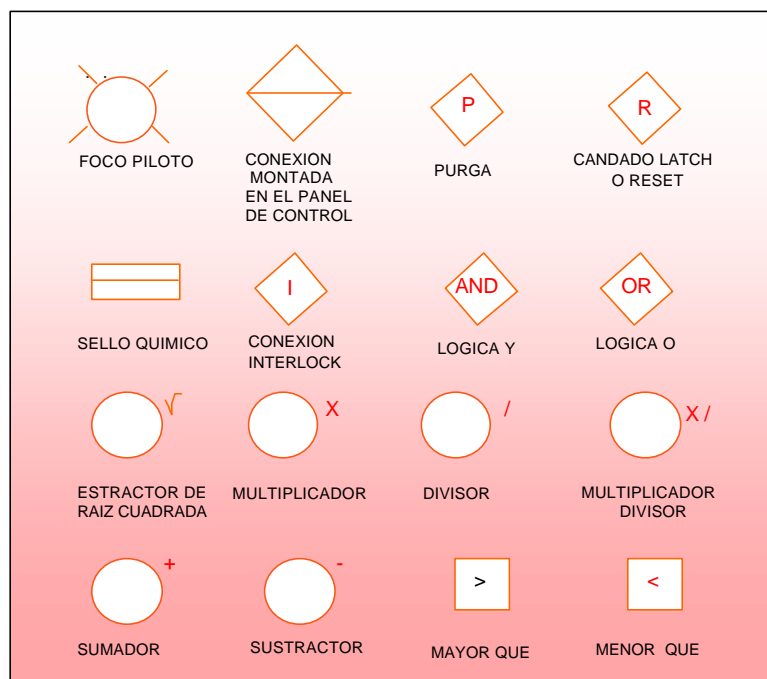


Fig. 2-11 Diversos Símbolos

## Aplicaciones

Para mostrar un proceso y el control de procesos particularmente, se utilizan cuatro tipos de diagramas.

P & Id o DTI (Diagrama de Tuberías e Instrumentación) o DPI (Diagrama de Proceso e Instrumentos). El P & ID (por sus siglas en inglés Diagrama de Tubería e Instrumentación) es la base de cualquier diseño de procesos. Básicamente es un diagrama que puede medir más de 40 pies (12.2 m) de longitud, dado que los recipientes, bombas y otros componentes se muestran en este tipo de dibujo.

Las líneas en el DTI representan, la tubería que se requiere para operar el proceso. Así, el DTI es un "diagrama de rutas" de los caminos tomados por los diferentes fluidos del proceso. Las dimensiones de bombas y los tubos están contenidos en el DTI.

Un DTI bien detallado, simplifica sus decisiones sobre cómo controlar o instrumentar el proceso. No todos los instrumentos mostrados en el P & ID trabajan como instrumentos de control.

Los indicadores de presión, temperatura o registradores, son meramente indicadores. Todos aparecen en el DTI en su posición apropiada y los instrumentos incluidos en el DTI son aquellos que son básicos en el proceso y reflejan el conocimiento del diseñador en la operación.

El DTI muestra el proceso entero y proporciona una guía completa para las operaciones del proceso y los instrumentos involucrados, también permite al técnico, instrumentista o mecánico, visualizar todos los sistemas de control. Así, a pesar de su tamaño, el DTI es una herramienta valiosa.

**Revisión de especificaciones de instrumentos**

**Ubicación.** Los diagramas de ubicación muestran con detalle la posición de la instrumentación y equipo instalado en y alrededor del proceso.

La figura 2-12 es una vista simplificada de un evaporador de doble efecto. Este diagrama es en realidad un plano que muestra las principales partes del equipo del proceso, tales como calefactores, cabezales de vapor y bombas. Los círculos adyacentes identifican los instrumentos utilizados en el sistema. Debajo de cada círculo que representa un instrumento, está una notación indicando la elevación a la cual el instrumento está instalado.

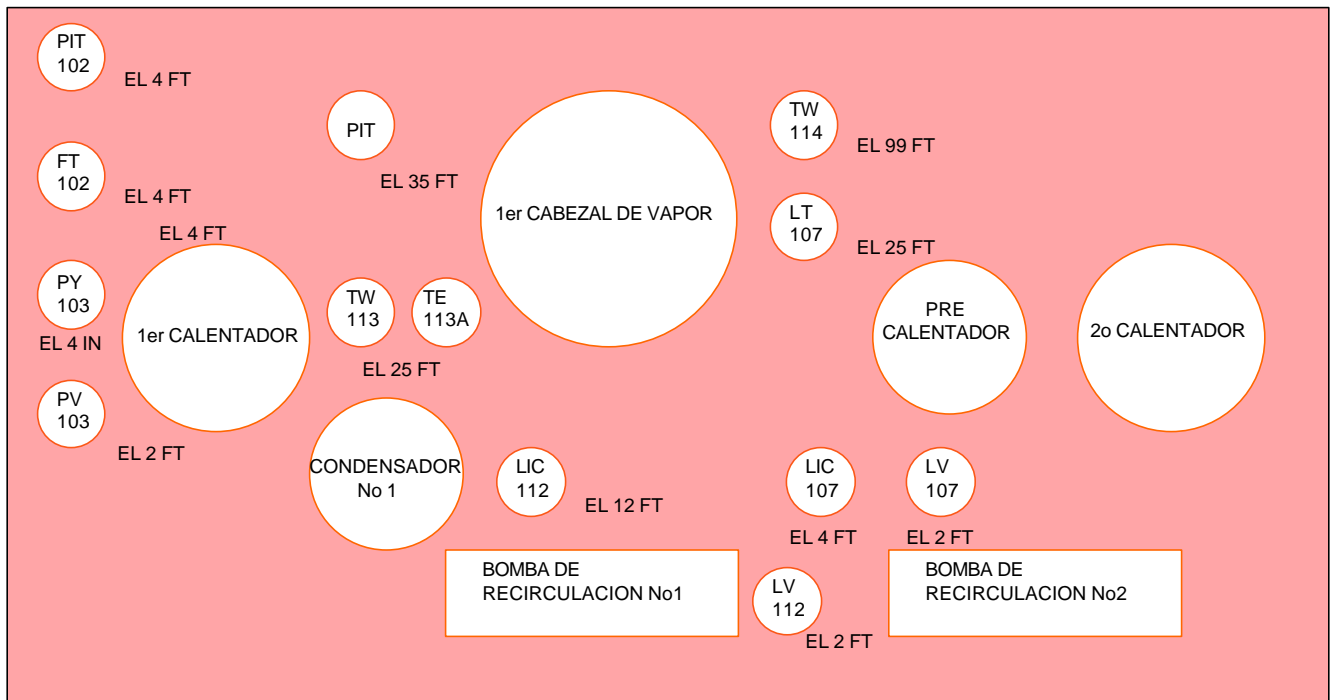


Fig. 2-12 Dibujo Típico de Localización de instrumentos y equipos. ( EL 4FT significa elevación a 4 pies)

Un diagrama de ubicación es especialmente útil para el mecánico o técnico que no está familiarizado con el área; sin embargo, es también de bastante valor para el que instala el equipo, puesto que da una elevación definida y una posición para cada uno de los instrumentos y equipos del proceso.

La información restante puede ser obtenida de los diagramas de puntos y líneas. Tales diagramas muestran la tubería de aire del instrumento y las principales vías de las señales del instrumento.

**Diagramas de lazos**

Los diagramas de lazos de control son probablemente los más importantes para el técnico o instrumentista de mantenimiento. La figura 2-13 es un diagrama de lazo de control típico, muestra un lazo de flujo con un transmisor diferencial electrónico conectado a una placa de orificio.

Ambas secciones del tubo, la entrada y la salida, son condicionadas en función del diámetro interior del tubo por donde fluye el fluido. La razón  $\beta$  y el tamaño del barreno son mostrados para la placa de orificio, se da más información sobre si un bisel es incluido o no.

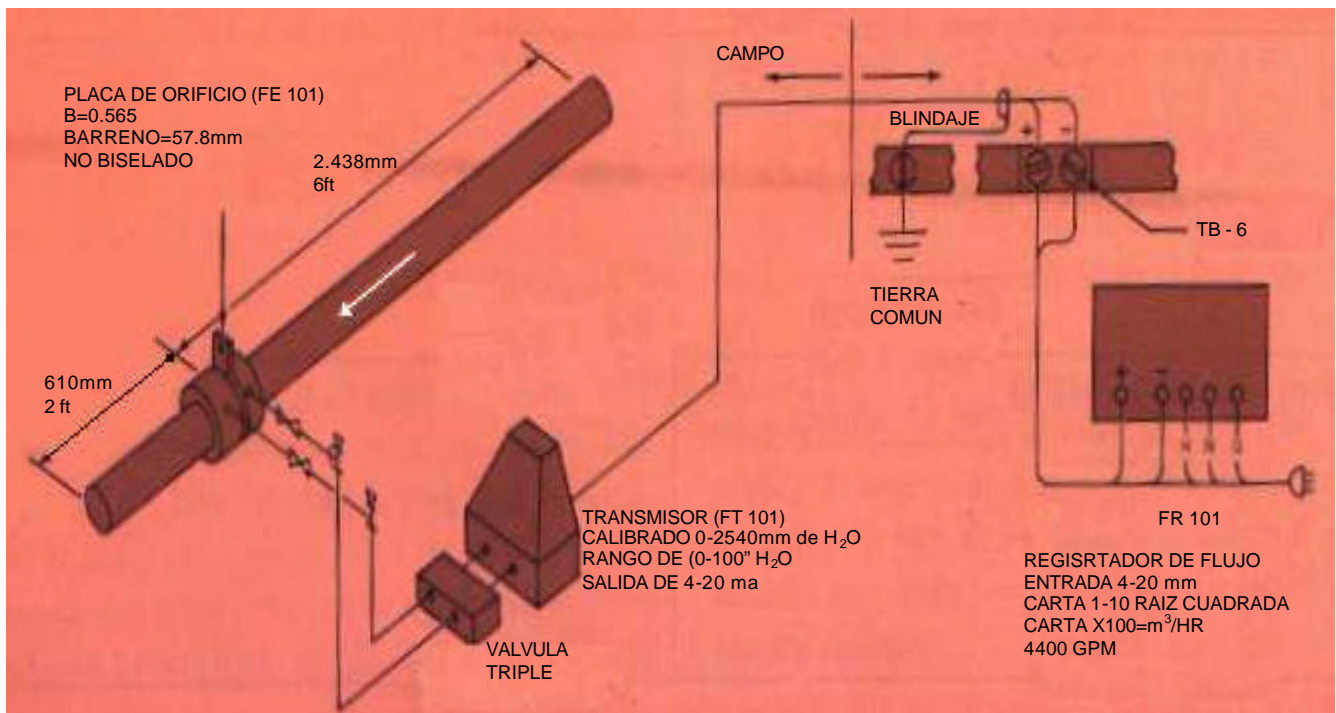


Fig. 2-13 Diagrama de un Lazo de control

La información restante podría estar indicando si el orificio está excéntrico o segmentado. Este dato le permite hacer la calibración, probar o determinar una posible falla.

**Instalación**

La figura 2-14 muestra un dibujo típico del detalle de instalación de un transmisor de presión diferencial para medición de flujo con salida electrónica.

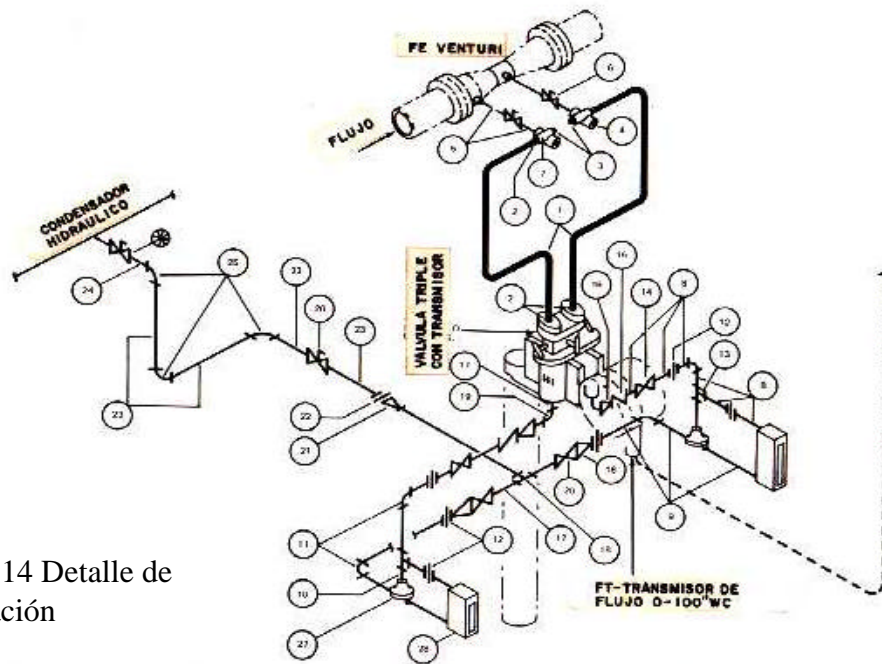


Fig. 2-14 Detalle de Instalación

MATERIAL LIST					
ITEM	QTY	DESCRIPTION	ITEM	QTY	DESCRIPTION
1	40'-0"	3/4 in. OD smls 304 ss tubing 0.035 wall (ASTM A.269)	15	2	1/2 in. check valve bronze spec #107
2	4	3/8 in. OD X 1/2 in. NPT steel male conn. gyrolok #6 CMBs	16	4	1/2 in. X 1/2 in. swage nipple, TBE, XH, smls ASTM A.106, GR B
3	2	1/2 in. plug, sq. hd., scrd, forged steel, 3000# ASTM A.181, Gr 1	17	4	1/2 in. X 2 in. long scrd nipple, XH, smls, ASTM A.106, GR B
4	2	3/4 in. plug, sq. hd. scrd, forged steel 3000# ASTM A.181, Gr 1	18	1	1/2 in. tee, scrd, forged steel, 3000# ASTM A.181, GR 1
5	4	1/2 in. X 4 in. long scrd nipple, XH, smls, ASTM A.106, GR B	19	2	1/2 in. 90° elbow, scrd, forged steel 3000# ASTM A.181, GR 1
6	2	3/4 in. steel ball valve FPT ends	20	2	1/2 in. steel ball valve FPT ends Spec. # 184
7	2	1/2 in. X 3/4 in. cross Spec IA-121	21	1	1 1/2 in. X 1/2 in. swage nipple, tbe, XH, smls ASTM, A.106, GR B
8	12	1/2 in. X 2 in. long scrd nipple, XH, smls ASTM A.106, GR B	22	1	1 1/2 in. union, scrd, forged steel, 3000# ASTM A.181, GR 1
9	10'-0"	1/2 in. SCH 80, smls steel pipe ASTM A.106, GR B T & C	23	40'-0"	1 1/2 in. SCH 80, smls steel pipe ASTM A.106, GR B, T & C
10	2	1/2 in. close scrd nipple, XH, smls ASTM A.106, GR B	24	3	1 1/2 in. X 6 in. long scrd nipple, XH, smls ASTM A.106, GR B
11	4	1/2 in. 90° elbow, scrd, forged steel 3000# ASTM A.181, GR 1	25	3	1 1/2 in. 90° elbow, scrd forged steel 3000# ASTM A.181, GR 1
12	6	1 1/2 in. union, scrd, forged steel 3000# ASTM A.181, GR 1	26	1	1 1/2 in. steel ball valve, FPT ends spec. #184
13	2	4 in. tee, scrd, forged steel 3000# ASTM A.181, GR 1	27	2	Flow controller 316 ss, 1/2 in. conn. Moore #63SD
14	2	1/2 in. steel needle valve FPT ends spec #37	28	2	Rotameter, 1/2 in. NPT conn. S & K #20-7010

Este será posteriormente montado y conectado a un venturí. Se introduce un fluido de purga es introducido en el mismo transmisor para mantener el diafragma limpio.

Cada conexión, nipple, válvula, unión o sección de tubería tiene un número de identificación. Este número referido a la lista de material, da una breve descripción de la parte. El número 18, por ejemplo, es listado como una T de 1/2, roscada, de acero forjado, número 3000, ASTM A-181, GR 1 y sólo se requiere una.

### ***Diagrama de Alambrado***

La figura 2-15 ilustra un concepto de alambrado que es único por las siguientes razones.

Dado que todos los alambres se conectan en una tira terminal y no hay alambres conectándose de un componente a otro. Entonces cualquier equipo puede ser desconectado sin alterar la señal del resto de los instrumentos.

1. El diagrama en pocas líneas
2. Los componentes son divididos en dos clasificaciones: los principales instrumentos del frente del pánel están numerados. Las piezas secundarias del equipo, tales como extractores de raíz cuadrada o interruptores de alarmas, son identificados con letras.
3. El técnico o instrumentista de mantenimiento no necesita un diagrama impreso dado que el sistema de etiqueta en ambas terminales de cada alambre, proporciona toda la información requerida.

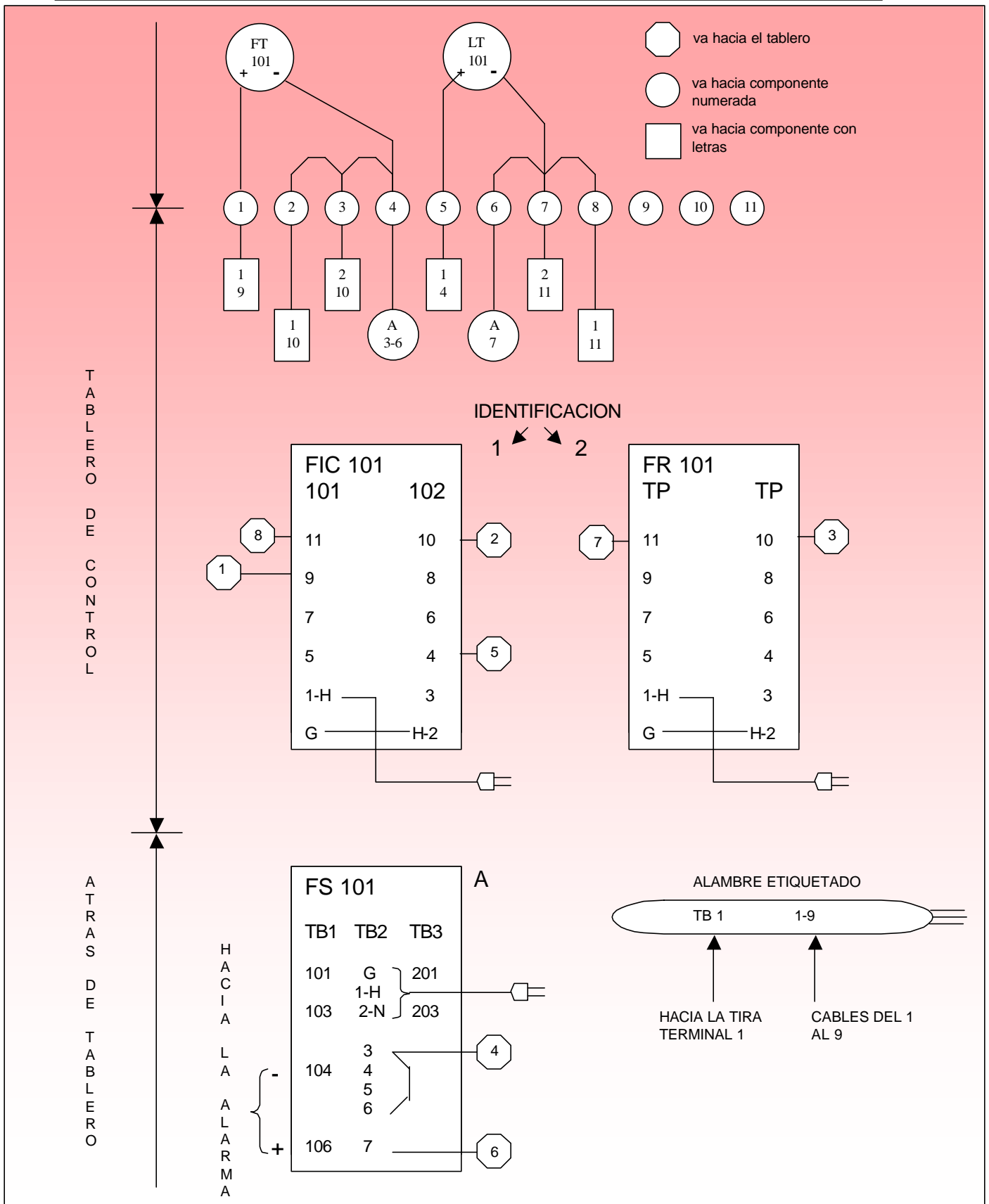


Fig. 2-15 Diagrama de Alambrado



Note que los “puentes” de las terminales 2 a 3 a 4 en el equipo de campo son tres conexiones negativas que están separadas para un lazo de control FT 101. El lado negativo se conecta como se indica: la terminal 2 al poste 10 en el componente 1, la terminal 3 al poste 10 en el componente 2 y la terminal 4 a los postes 3 y 6 del componente A.

Los cuadros indican que los alambres van a un instrumento en el panel frontal. Los círculos indican que los alambres van a un instrumento en el panel trasero. Con un poco de practica se estará rápidamente familiarizando con este tipo de diagramas

**Otros Tipos de Símbolos**

La figura 2-16 ilustra un sistema de control de combustión mostrado en simbología lógica o funcional.

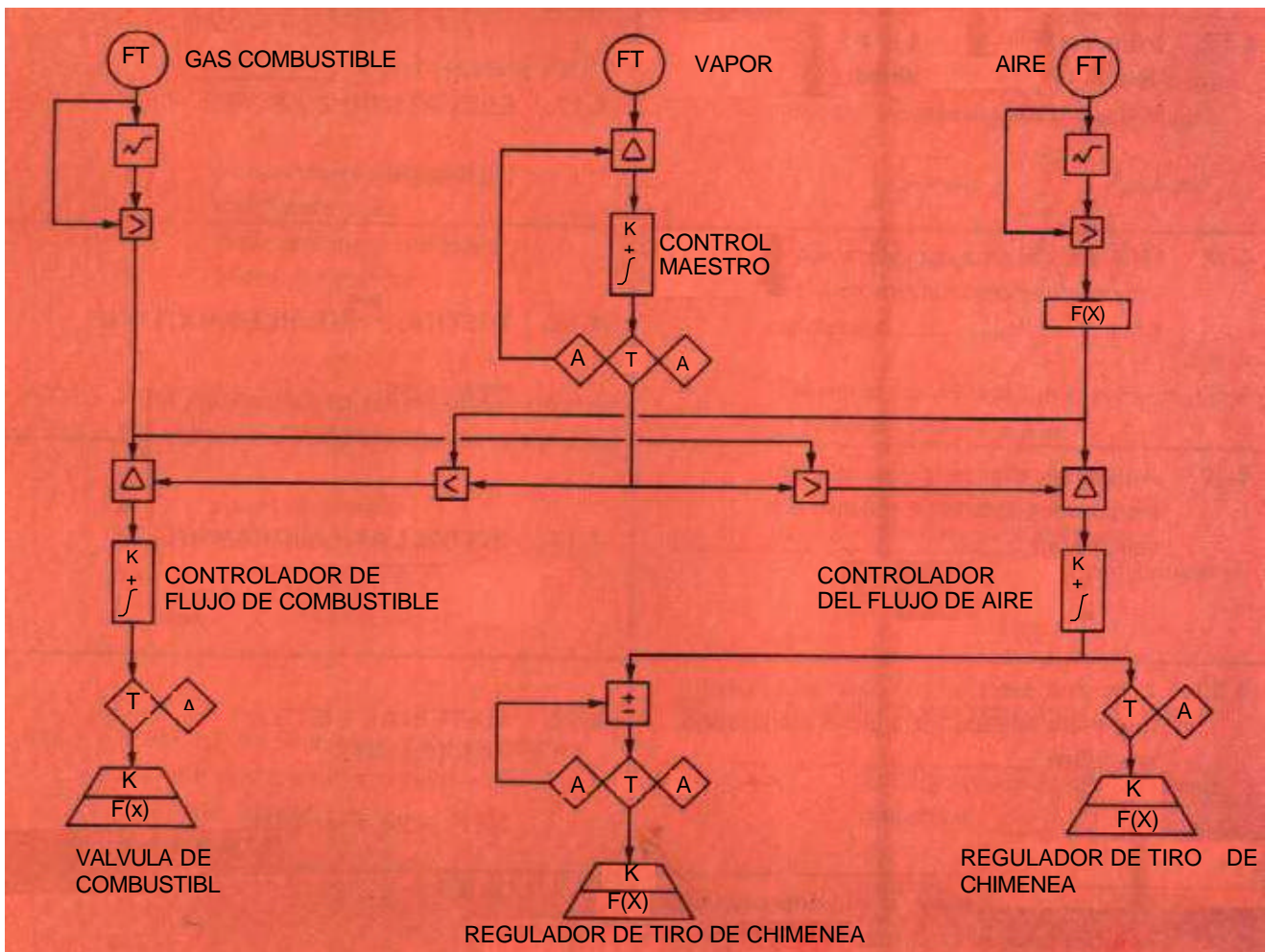


Fig. 2-16 Sistema de Control de Combustión

Una explicación de estos símbolos publicados por SAMA (Asociación de Fabricantes de Aparatos Científicos) está dado en la figura 2-17.





SÍMBOLOS	FUNCION	SÍMBOLOS	FUNCION	SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
$\Sigma$	SUMA	$f(t)$	FUNCION DE TIEMPO		MEDIDOR O LECTOR
$\Sigma/n$	PROMEDIO	$>$	ALTO		PROCESAMIENTO DE SEÑAL AUTOMÁTICA
$\Delta$	DIFERENCIA	$<$	BAJO		PROCESAMIENTO DE SEÑAL MANUAL
K or P	PROPORCIONAL	$\triangleright$	LIMITE ALTO		ELEMENTO FINAL DE CONTROL
$\int$ or I	INTEGRAL	$\triangleleft$	LIMITE BAJO		
$du/dx$ or D	DERIVATIVO	$-K$ or $-P$	PROPORCIONAL INVERSO		
X	MULTIPLICANDO	V $\triangleright$	LIMITADOR DE VELOCIDAD		
$\div$	DIVIDIENDO	+ or - or $\pm$	POLARIZACION		
$\sqrt{\quad}$	EXTRACCION RAIZ	A	GENERADOR DE SEÑAL ANALOGICA		
$x^n$	EXPONENCIAL	T	TRANSFERENCIA		
$f(x)$	NO LINEAL O FUNCION NO ESPECIFICADA	H/L or H/L	MONITOR DE SEÑAL		

Fig.2-17. Tabla de Funciones Lógicas

### Resumen

Un sistema de identificación de instrumentos podría incluir los siguientes componentes:

1. Etiqueta con números para definir la función en el proceso y la localización del instrumento.
2. Símbolos para identificar las señales del control de procesos neumáticas, hidráulicas, capilares, electrónicas, sónicas o radiactivas.
3. Símbolos para representar dispositivos de control primarios y finales que gobiernan el flujo, nivel, presión y temperatura.

Se utilizan cuatro tipos de dibujos en sistemas de control de procesos.

1. El DTI (tubería e instrumentación) como la base de cualquier diseño de procesos.
2. Localización de esquemas para indicar la posición de los instrumentos y equipos instalados

3. Esquemas de instalación para proporcionar detalles de partes y posiciones de los instrumentos
4. Diagramas de lazos de control para calibración y localización de fallas.

VP