Otro aspecto que debe considerarse cuando se instrumenta es la ubicación de los instrumentos. Prácticamente existen dos posibles alternativas:

1. El campo o,
2. Un panel, tablero o cuarto de control (que puede o no estar también en el campo).

En la Figura 1.19 pueden verse los diversos instrumentos descritos en un diagrama esquemático que básicamente destaca su ubicación.

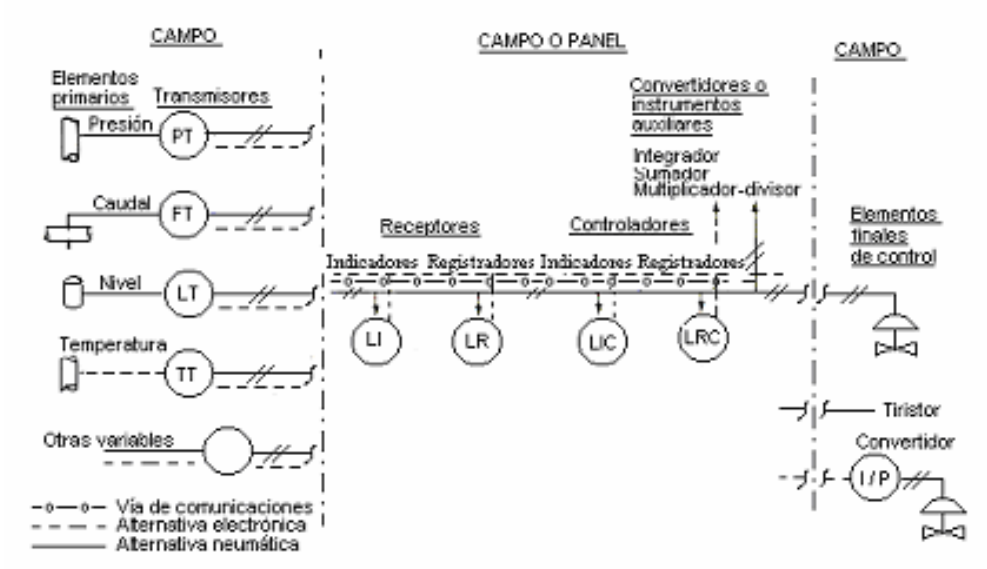


Figura 1.19. Ubicación de los instrumentos en una planta industrial.

Los instrumentos de campo hacen referencia a los instrumentos locales situados en el proceso o en sus proximidades (es decir, en tanques, tuberías, la planta industrial, etc.) mientras que los instrumentos de panel hacen referencia a los instrumentos montados en paneles o armarios situados en salas aisladas que pueden estar dentro de la planta industrial o totalmente alejadas.

Pero, ¿cómo representar los diferentes tipos de instrumentos de una forma que sea de fácil asimilación y aprendizaje? Una forma se ilustra en los ejemplos de las Figuras 1.17 y 1.18, otra es recurrir a los P&IDs.

2. READING P&IDs

En instrumentación y control, se emplea un sistema especial de símbolos con el fin de transmitir de una forma fácil y exacta la información. Los símbolos en conjunto forman lo que se conoce con el nombre de diagramas de instrumentación y tuberías (Piping and Instrumentation Diagrams, P&IDs) Entender estos diagramas es indispensable en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas industriales. Un grupo de símbolos ha sido estandarizado por la ISA (Sociedad de Instrumentistas de América) para representar los distintos instrumentos y equipos. La información presentada en este documento pertenece a la norma: **ANSI/ISA-S5.1-1984(R 1992)**. **ANSI/ISA-5.1-1984 - (Reafirmed 1992) - Instrumentation Symbols and Identification.**

Las necesidades de varios usuarios para sus procesos son diferentes; por lo tanto, la norma reconoce estas necesidades proporcionando métodos de simbolismo alternativos. Según esto se puede agregar información o simplificar el simbolismo, según se desee.

La norma ANSI/ISA-S5.1-1984(R 1992) es conveniente para el uso en las industrias: química, petróleo, generación de poder, aire acondicionado, refinado de metales, y otros numerosos procesos industriales. Pero ciertos campos como la astronomía, navegación, y medicina, usan instrumentos muy especializados, diferentes a los instrumentos de procesos industriales convencionales. Se espera por lo mismo que la norma sea flexible, lo bastante para satisfacer muchas de las necesidades de campos especiales.

2.1. APLICACIÓN EN ACTIVIDADES DE TRABAJO.

La norma procura que haya simbolización e identificación para identificar un instrumento o una función de un sistema de control. Los símbolos pueden requerirse para los usos siguientes, entre otros:

- Bocetos de un plan
- Ejemplos, instrucción
- Papeles técnicos, literatura y discusiones
- Diagramas de sistemas de instrumentación, diagramas de vuelta, diagramas lógicos
- Descripciones funcionales
- Diagramas de flujo de: Procesos, Sistemas Mecánicos, Ingeniería, Conducción por tuberías e instrumentación
- Dibujos de construcción
- Especificaciones, órdenes de compra, manifiestos, y otras listas
- Identificación (etiquetado) de instrumentos y funciones de control
- Instalación, operación e instrucciones de mantenimiento, dibujos, y archivos

Se espera que la norma proporcione la información suficiente para entender cualquiera de los documentos del proceso de medida y control así como también para entender los medios de medida y mando del proceso. El conocimiento detallado de la instrumentación no es un requisito para esta comprensión.

2.2. COMO INTERPRETAR P&IDS

Los detalles de la instrumentación varían con el grado de diseño y complejidad. Por ejemplo, diseños conceptuales o simplificados, a menudo llamados diagramas de flujo del proceso, proveen menor detalle que diagramas completamente desarrollados de instrumentación y tuberías. Ser capas de entender los símbolos de instrumentación que aparecen en estos diagramas significa aprender la norma ANSI/ISA S5.1-1984 (R 1992) para Símbolos de Instrumentación y Estándares de Identificación. ISA S5.1 define la forma de cómo construir cada símbolo utilizando elementos gráficos, códigos alfa numéricos de identificación, abreviaciones, bloques de función y líneas de conexión.

El simbolismo y métodos de identificación proporcionados en esta norma son aplicables a todas las clases de medida del proceso e instrumentación de control, así como también para la descripción discreta de instrumentos y sus funciones, y para describir funciones como: "despliegue compartido," "control compartido", "control distribuido" y "control por computadora".

Para un mejor entendimiento de la norma, se tienen las siguientes definiciones:

Accesible	Este término se aplica a un dispositivo o función que puede ser usado o visto por un operador con el propósito de controlar el desempeño de las acciones de control; como ejemplo: cambios en el set-point, transferencia auto-manual o acciones de encendido y apagado.
Alarma	Es un dispositivo o función que detecta la presencia de una condición anormal por medio de una señal audible o un cambio visible discreto, o puede tratarse de ambas señales al mismo tiempo, las cuales tienen el fin de atraer la atención.
Asignable	Este término se aplica a una característica que permite el cambio de una señal (o dirección) de un dispositivo a otro sin la necesidad de la activación de un switch o algún otro elemento.
Estación auto-manual	Término empleado como sinónimo de estación de control.

Balón Se emplea como sinónimo de burbuja.

Detrás del panel Este término se refiere a la posición de un instrumento, el cual ha sido montado en un panel de control, pero no es normalmente accesible al operador.

Binario Término aplicado a una señal o dispositivo que tiene solo dos posiciones o estados discretos. Cuando es usado en su forma más simple, como en "señal binaria" (lo que es opuesto a señal analógica), el término denota un estado de "encendido-apagado" o de "alto-bajo".

Board Término en inglés el cual se interpreta como sinónimo de panel.

Burbuja Símbolo circular usado para denotar e identificar el propósito de un instrumento o una función. Puede contener una etiqueta con un número. Es también un sinónimo de balón.

Dispositivo computable o de cómputo Dispositivo o función que emplea uno o más cálculos u operaciones lógicas, o ambas, y transmite uno o más resultados como señales de salida.

Configurable Término aplicado a un dispositivo o sistema cuyas características funcionales pueden ser seleccionadas a través de un programa o de otros métodos.

Controlador Dispositivo con una salida que varía para regular una variable de control de una manera específica. Un controlador automático varía su salida automáticamente en respuesta a una entrada directa o indirecta de la variable de un proceso. Un controlador manual es una estación manual de carga y su salida no depende de la medida de la variable de un proceso. Puede variarse solamente por medio de un procedimiento manual.

Estación de control Una estación de carga manual que también proporciona un control para cambio de manual a automático de los modos de control dentro de un lazo de control. A ésta también se le conoce como estación auto-manual.

Válvula de control Es un dispositivo, el más comúnmente usado, que es manipulada manual o automáticamente para variar el flujo de uno o más procesos.

Convertidor Es un dispositivo que recibe información normalizada de un instrumento y transmite una señal de salida también normalizada. Un convertidor es también conocido como *transductor*, pero, transductor es un término general y su uso para conversión de señales no es recomendado.

Digital Término aplicado a una señal o dispositivo que usa dígitos binarios para representar valores continuos o estados discretos.

Sistemas de control distribuidos Sistema el cual, mientras es funcionalmente integrado, consiste de subsistemas autónomos los cuales pueden estar físicamente separados y conectarse de una forma remota unos con otros.

Elemento final de control Dispositivo que controla directamente los valores de la variable manipulada en un lazo de control. Generalmente el elemento final de control es una válvula de control.

Función Propósito que debe cumplir un dispositivo de control.

Identificación Secuencia de letras o dígitos, o ambos, usados para señalar un instrumento en particular o un lazo.

Instrumentación Colección de instrumentos o sus aplicaciones con el fin de observar mediciones, control, o cualquier combinación de estos.

Local Es la localización de un instrumento que no esta ni dentro ni sobre un panel o consola, ni esta montado en un cuarto de control. Los instrumentos locales están comúnmente en el ámbito de un elemento primario o un elemento de control, la palabra "*campo*" es un sinónimo muy usado con local.

Panel local Que no esta en un panel central, los paneles locales están comúnmente en el ámbito de los subsistemas de plantas o subareas. El término instrumento local de panel no debe ser confundido con instrumento local.

Lazo Combinación de uno o más instrumentos o funciones de control que señalan el paso de uno a otro con el propósito de medir y/o controlar las variables de un proceso.

Estación manual de carga Dispositivo que provee un ajuste de salida manual hacia generalmente un actuador o varios actuadores. Esta estación no proporciona un cambio entre un modo de control automático o manual de un lazo de control. La estación puede tener indicadores integrados, luces u otras características. También se conoce normalmente como estación manual o cargador manual.

Medida Determinación de la existencia o magnitud de una variable.

Monitor Término general para un instrumento o sistema de instrumentos usados para la medición o conocer la magnitud de una o más variables con el propósito de emplear la información en determinado momento. El término monitor no es muy específico, algunas veces significa analizador, indicador, o alarma.

Luz del monitor Sinónimo de luz piloto.

Panel Estructura que tiene un grupo de instrumentos montados sobre ella. El panel puede consistir de una o varias secciones, cubículos, consolas o escritorios.

Montado en panel Término aplicado a un instrumento que esta montado sobre un panel o consola y es accesible para un operador en uso normal.

Luz piloto Es una luz que indica cual número o condiciones normales de un sistema o dispositivo existe. Una luz piloto es también conocida como una luz monitor o de monitor.

Elemento primario Sinónimo de sensor.

Proceso Es cualquier operación o secuencia de operaciones que involucren un cambio de energía, estado, composición, dimensión, u otras propiedades que pueden referirse a un dato.

Variable de proceso Cualquier propiedad variable de un proceso. El término variable de proceso es usado en como un Standard para la aplicación a todas las variables.

Programa Secuencia respetable de acciones que definen el nivel de las salidas como una compostura de las relaciones al establecimiento de las entradas.

Controlador lógico programable Un controlador, usualmente con entradas y salidas múltiples que contiene un programa alterable, es llamado de esta manera o comúnmente conocido como PLC.

Relay Dispositivo cuya función es pasar información sin alterarla o solo modificarla en determinada forma. Relay es comúnmente usado para referirse a dispositivos de cómputo.

Sensor Parte de un lazo o un instrumento que primero detecta el valor de una variable de proceso y que asume una correspondencia, predeterminación, y estado inteligible o salida. El sensor puede ser integrado o separado de un elemento funcional o de un lazo. Al sensor también se le conoce como detector o elemento primario.

Set point El set point o punto de referencia puede ser establecido manualmente, automáticamente o programado. Su valor se expresa en las mismas unidades que la variable controlada.

Switch Dispositivo que conecta, desconecta, selecciona, o transfiere uno o más circuitos y no esta diseñado como un controlador, un relay o una válvula de control.

Punto de prueba Proceso de una conexión el cual no esta permanentemente conectado, su conexión es solamente temporal o intermitente a un instrumento.

Transductor Término general para un dispositivo que recibe información en forma de uno o más cuantificadores físicos, modificadores de información y/o su forma si requiere, y produce una señal de salida resultante. Dependiendo de la aplicación un transductor puede ser un elemento primario, un transmisor un relay, un convertidor u otro dispositivo. Porque el término transductor no es específico, su uso para aplicaciones específicas no es recomendado.

Transmisor Dispositivo que detecta la variable de un proceso a través de un sensor y provee una señal de salida normalizada la cual varía su valor solamente en función de la variable del proceso. El sensor puede estar o no integrado al transmisor.

La norma ISA S5.1 define cuatro elementos gráficos::

1. Instrumentos discretos,
2. Controles/indicadores compartidos,
3. Funciones de computadora, y
4. Controladores lógicos programables PLCs.

Estos a su vez se agrupan en tres categorías de localización o ubicación:

1. Localización primaria,

2. Localización auxiliar, y

3. Montaje de campo.

Los instrumentos discretos se indican por medio de elementos circulares (Burbuja o Balón). Los dispositivos de control e indicadores se representan con círculos rodeados por un cuadrado. Las funciones provistas por un computador se representan por medio de un hexágono. Finalmente, las funciones proporcionadas por un controlador lógico programable (PLC) se representan por un rombo o triangulo dentro de un cuadrado.

Un resumen de estas representaciones se muestra a continuación:

General instrument or function symbols			
	Primary location accessible to operator	**Field mounted**	**Auxiliary location accessible to operator**
Discrete instruments	1	2	3
Shared display, shared control	4	5	6
Computer function	7	8	9
Programmable logic control	10	11	12
1. El tamaño de los símbolos puede variar de acuerdo a las necesidades del usuario y el tipo de documento 2. La Abreviaciones escogidas por el usuario pueden ser utilizadas cuando sean necesarias para especificar localización o ubicación 3. Dispositivos inaccesibles (detrás de panel) pueden ser descritos usando el mismo símbolo pero con una barra horizontal de línea rota. Source: Control Engineering with data from ISA S5.1 standard			

Tabla 2.1. Símbolos generales

La adición de una sola barra horizontal en cualquiera de los cuatro elementos gráficos básicos indica que el instrumento o función está en una posición primaria accesible al operador. Una línea doble indica que está en una posición auxiliar pero sigue accesible al operador, y ninguna línea indica que el instrumento o función está en el campo. Dispositivos localizados detrás de un tablero o panel o en alguna otra posición inaccesible se muestran con una línea punteada horizontal; es decir, las líneas punteadas indican que el instrumento esta mondado en la parte posterior del panel y no es accesible al operador.

Una combinación de letras y números aparecen dentro de cada elemento gráfico, las posibles combinaciones de letras son definidas por el estándar ISA y estas se resumen en la Tabla 2. Los números son asignados por el usuario los que adoptan esquemas que varían con las empresas, algunas utilizan enumeración secuencial, otras ligan el número de instrumento al número de línea de proceso, y aun otros adoptan sistemas de enumeración únicos y a veces insólitos.

La primera letra define el campo de la medida o la variable que se mide tal como: (Análisis) Analysis

(A), (Flujo) Flow (F), (Temperatura) Temperature (T), etc. También debe entenderse que en un lazo de instrumentos, la primera letra de identificación de una función es seleccionada de acuerdo a la medida o a la variable inicial y no de acuerdo a la variable manipulada. Por ejemplo, si una válvula de control varía el flujo de acuerdo a lo dictaminado por un controlador de nivel, será identificada como *LV (Level Valve).* También se debe tomar en cuenta que la identificación funcional de un instrumento está hecha de acuerdo a su función y no a su construcción. Un registrador de presión diferencial usado para medir flujo se identificará como *FR (es decir, como un registrador de flujo)*; un indicador de presión y un switch actuado a presión conectado a la salida de un transmisor de nivel neumático serán identificados por *LI (Level Indicador)* y *LS(Level Switch)*, respectivamente..

TABLA 2.2. Letras para etiquetar los instrumentos o funciones

1° Letra		2° Letra		
Variable medida(3)	Letra de Modificación	Función de lectura pasiva	Función de Salida	Letra de Modificación
A. Análisis (4)		Alarma		
B. Llama (quemador)		Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C. Conductividad			Control	
D. Densidad o Peso especifico	Diferencial (3)			
E. Tensión (Fem.)		Elemento Primario		
F. Caudal	Relación (3)			
G. Calibre		Vidrio (8)		
H. Manual				Alto (6)(13)(14)
I. Corriente Eléctrica		Indicación o indicador (9)		
J. Potencia	Exploración (6)			
K. Tiempo			Estación de Control	
L. Nivel		Luz Piloto (10)		Bajo (6)(13)(14)
M. Humedad				Medio o intermedio (6)(13)
N. Libre(1)		Libre	Libre	Libre
O. Libre(1)		Orificio		
P. Presión o vacío		Punto de prueba		
Q. Cantidad	Integración (3)			
R. Radiactividad		Registro		
S. Velocidad o frecuencia	Seguridad (7)		Interruptor	
T. Temperatura			Transmisión o transmisor	
U. Multivariable (5)		Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V. Viscosidad			Válvula	
W. Peso o Fuerza		Vaina		
X. Sin clasificar (2)		Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y. Libre(1)			Relé o compensador (12)	Sin clasificar
Z. Posición			Elemento final de control sin clasificar	

1. Para cubrir las designaciones no normalizadas que pueden emplearse repetidamente en un proyecto se han previsto letras libres. Estas letras pueden tener un significado como primera letra y otro como letra sucesiva. Por ejemplo, la letra N puede representar como primera letra el modelo de elasticidad y como sucesiva un osciloscopio.

2. La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilizan solo una vez o un numero limitado de veces. Se recomienda que su significado figura en el exterior del circulo de identificación del instrumento. Ejemplo XR-3 Registrador de Vibración.

3. Cualquier letra primera se utiliza con las letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (interpretación) o cualquier combinación de las mismas cambia su significado para representar una nueva variable medida. Por ejemplo, los instrumentos TDI y TI miden dos variables distintas, la temperatura diferencial y la temperatura, respectivamente.

4. La letra A para análisis, abarca todos los análisis no indicados en la tabla anterior que no están cubiertos por una letra libre. Es conveniente definir el tipo de análisis al lado del símbolo en el diagrama de proceso.

5. El empleo de la letra U como multivariable en lugar de una combinación de primera letra, es opcional.

6. El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo, medio o intermedio y exploración, es preferible pero opcional.

7. El termino seguridad, debe aplicarse solo a elementos primarios y a elementos finales de control que protejan contra condiciones de emergencia (peligrosas para el equipo o el personal). Por este motivo, una válvula autorreguladora de presión que regula la presión de salida de un sistema mediante el alivio o escape de fluido al exterior, debe se PCV, pero si esta misma válvula se emplea contra condiciones de emergencia, se designa PSV. La designación PSV se aplica a todas las válvulas proyectadas para proteger contra condiciones de emergencia de presión sin tener en cuenta las características de la válvula y la forma de trabajo la colocan en la categoría de válvula de seguridad, válvula de alivio o válvula de seguridad de alivio.

8. La letra de función pasiva vidrio, se aplica a los instrumentos que proporciona una visión directa no calibrada del proceso.

9. La letra indicación se refiere a la lectura de una medida real de proceso, No se aplica a la escala de ajuste manual de la variable si no hay indicación de ésta.

10. Una luz piloto que es parte de un bucle de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra sucesiva I. Por ejemplo, una luz piloto que indica un periodo de tiempo terminado se designara KI. Sin embargo, si se desea identificar una luz piloto fuera del bucle de control, la luz piloto puede designarse en la misma forma o bien alternativamente por una letra única L. Por ejemplo, una luz piloto de marcha de un motor eléctrico puede identificarse como EL, suponiendo que la variable medida adecuada es la tensión, o bien XL, suponiendo que la luz es excitada por los contactos eléctricos auxiliares del arrancador del motor, o bien simplemente L.

    La actuación de una luz piloto puede ser acompañada por una señal audible.

11. El empleo de la letra U como multifunción, en lugar de una combinación de otras letras, es opcional.

12. Se supone que las funciones asociadas con el uso de la letra sucesiva Y se definirán en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlos así.

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

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

    Alto: Indica que la válvula está o se aproxima a la posición de apertura completa.

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

Para referencia futura se da en Ingles lo que representan las letras:

Identification letters					
	First setter		**Succeeding letters**		
	Measured or initiating variable	**Modifier**	**Readout or passive function**	**Output function**	**Modifier**
A	Analisys		Alarm		
B	Burned, combustion		User's choice	User's choice	User's choice
C	User's choice			Control	
D	User's choice	Differential			
E	Voltage		Sensor (primary element)		
F	Flow rate	Ration (fraction)			
G	User's choice		Glass, viewing device		
H	Hand				High
I	Current (electrical)		Indication		
J	Power	Scan			
K	Time, time schedule	Time rate of change		Control station	
L	Level		Light		Low
M	User's choice	Momentary			Middle, intermediate
N	User's choice		User's choice	User's choice	User's choice
O	User's choice		Orifice, restriction		
P	Pressure, vacuum		Point (test connection)		
Q	Quantity	Integrate, totalizer			
R	Radiation		Record		
S	Speed, frequency	Safety		Switch	
T	Temperature			Transmit	
U	Multivariable		Multifunction	Multifunction	Multifunction
V	Vibration, mechanical analysis			Valve, damper, louver	
W	Weight, force		Well		
X	Unclassified	X axis	Unclassified	Unclassified	Unclassified
Y	Event, state, or presence	Y axis		Relay, compute, convert	
Z	Position, dimension	Z axis		Driver, actuator	
Source: Control Engineering with data from ISA S5.1 standard					

Las letras sucesivas definen el tipo de lectura pasiva o funciones de salida tales como (indicador) Indicator (I), (registro) Record (R), (transmisión) Transmmit (T), etc, tal como se muestra en las tablas siguientes.

Si se requiere, se puede añadir una o más letras sucesivas. Por ejemplo, *TDAL* contiene dos modificadores. La letra D (diferencial) cambia la naturaleza de la variable medida T (Temperatura), a diferencia de temperatura. La letra L (Low) restringe la interpretación de la función A (Alarma) para cuando se tiene la condición de: alarma baja.

Si bien la identificación de un instrumento o función debe empezar con una primera letra seleccionada de acuerdo a la Tabla 2 sobre la base de la variable que se desea medir (su inicial), las letras de funciones pasivas o activas adicionales siguen cualquier orden, y las letras de una salida funcional siguen a ésta en cualquier secuencia, excepto que la letra C (control) precede a la letra de salida V (valve), por ejemplo: *PCV* (válvula controladora de presión).

Un dispositivo que realice una función múltiple puede ser simbolizado en un diagrama por tantas burbujas como variables medidas, salidas y/o funciones haya. Por ejemplo, un controlador de temperatura con un switch puede ser identificado por dos burbujas: una con la inscripción TIC-3 y una con la inscripción TSH-3 y el instrumento bien podría identificarse como TIC-3/TSH-3. El número de letras funcionales agrupadas para un instrumento deben mantenerse en un mínimo de acuerdo al criterio del usuario. El número total de letras contenidas en un grupo no pueden exceder de cuatro.

Cuando se emplean varios símbolos para identificar a un instrumento o función se emplean formas típicas. Su orden no implica que la designación o aplicación de los instrumentos o funciones estén restringidas en ninguna manera, y la secuencia relativa de los números no implica una preferencia.

La burbuja puede ser usada para etiquetar símbolos de dispositivos distintos a los instrumentos como por ejemplo una válvula de control. En estos casos la línea que conecta a la burbuja con el símbolo del dispositivo esta dibujado muy cerca de él, pero no llega a tocarlo. En otras situaciones la burbuja sirve para representar las propiedades del dispositivo.

Un símbolo distintivo al que se lo quiere mostrar simplemente como parte de un diagrama no necesita ser etiquetado individualmente. Por ejemplo una placa orificio o una válvula de control que es parte de un sistema más grande no necesita ser mostrada con un número de etiqueta en un diagrama.

Nota: Para mayor información en estándares ISA, visitar la pagina Web www.isa.org

2.3. SÍMBOLOS DE LÍNEAS

La simbología de las líneas es información crítica de los diagramas de instrumentación y tuberías puesto que indican como se interconectan los diferentes instrumentos así como las tuberías. Los símbolos de las líneas y su significado se indican en la Tabla 3. Las líneas indican si el enlace o la señal de comunicación es: neumática, eléctrica, óptica, señal digital, ondas de radio, etc.

Common connecting lines	
Connection to process, or instrument supply (1):	
Undefined signal	
Pneumatic signal (2):	
Electric signal:	
Capillary tubing (filled system):	
Hydraulic signal:	

Electromagnetic or sonic signal (no guided) (sin hilo ni tubo) (3):	
Internal system link (software or data link):	
Mechanical Link	
Source: Control Engineering with data from ISA S5.1 standard	

Tabla 2.3. Líneas de conexión comunes

(1) Se sugieren las siguientes abreviaturas para representar el tipo de alimentación (o bien de purga de fluidos):

AS Alimentación de aire.

ES Alimentación eléctrica.

GS Alimentación de gas.

HS Alimentación hidráulica.

NS Alimentación de nitrógeno.

SS Alimentación de vapor.

WS Alimentación de agua.

(2) El símbolo también se aplica a cualquier señal que emplee gas como medio de transmisión. Si se emplea un gas distinto del aire debe identificarse con una nota al lado del símbolo o bien de otro modo.

(3) Los fenómenos electromagnéticos incluyen calor, ondas de radio, radiación nuclear y luz.

También, donde hay un elemento primario conectado a un instrumento en un diagrama, se hace uso de un símbolo para representar que el elemento primario en un diagrama puede ser opcional.

Los tamaños de las etiquetas de las burbujas y de los símbolos de los misceláneos son tamaños generalmente recomendados. Pero los tamaños óptimos pueden variar dependiendo en donde se los ubica o si no es reducido el diagrama y dependiendo del número de caracteres seleccionados apropiadamente para todos los equipos en un diagrama.

Las líneas de señales pueden ser dibujadas en un diagrama enteramente o dejando la parte apropiada de un símbolo en cualquier ángulo. La función de los designadores de bloque y los números de las etiquetas podrían ser siempre mostrados con una orientación horizontal. Flechas direccionales podrían ser agregadas a las líneas de las señales cuando se necesite aclarar la dirección del flujo para información. La aplicación de flechas direccionales facilita el entendimiento de un sistema dado.

Eléctrico, neumático o cualquier otro suministro de energía para un instrumento no se espera que sea mostrado, pero es esencial para el entendimiento de las operaciones de los instrumentos en un lazo de control.

En general, una línea de una señal representará la interconexión entre dos instrumentos en un diagrama de flujo siempre a través de ellos. Pueden ser conectados físicamente por más de una línea.

La secuencia en cada uno de los instrumentos o funciones de un lazo están conectados en un diagrama y pueden reflejar el funcionamiento lógico o información acerca del flujo, algunos de estos arreglos no necesariamente corresponderán a la secuencia de la señal de conexión. Un lazo electrónico usando una señal analógica de voltaje requiere de un cableado paralelo, mientras un lazo que usa señales de corriente analógica requiere de series de interconexión. El diagrama en ambos casos podría ser dibujado a través de todo el cableado, para mostrar la interrelación funcional claramente mientras se mantiene la presentación independiente del tipo de instrumentación finalmente instalado.

El grado de los detalles para ser aplicado a cada documento o sección del mismo es enteramente a discreción del usuario de la conexión. Los símbolos y designaciones en esta conexión pueden diseñarse para la aplicación en un hardware o en una función en específico. Los sketches y documentos técnicos usualmente contienen simbolismo simplificado e identificación. Los diagramas de flujo de un proceso usualmente son menos detallados que un diagrama de flujo de ingeniería. Los diagramas de ingeniería pueden mostrar todos los componentes en línea, pero pueden diferir de usuario a usuario en relación a los detalles mostrados. En ningún caso, la consistencia puede ser establecida para una aplicación. Los términos simplificado, conceptual, y detallado aplicado a los diagramas donde se escoge la representación a través de la sección de un uso típico. Cada usuario debe establecer el grado de detalle de los propósitos del documento específico o del documento generado.

Es común en la práctica para los diagramas de flujo de ingeniería omitir los símbolos de interconexión y los componentes de hardware que son realmente necesarios para un sistema de trabajo, particularmente cuando la simbolización eléctrica interconecta sistemas.

1.4. NUMERO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS O NÚMEROS TAG

Cada instrumento o función se designa con un código alfanumérico o etiquetas con números. La identificación del número del lazo es generalmente común a todos los instrumentos o funciones involucrados en dicho lazo. Un sufijo o prefijo se puede agregar para completar la identificación. El código alfanumérico debe ser interpretado de la forma siguiente:

NUMERO DE IDENTIFICACION TIPICO (NUMERO TAG)	
TIC 103	Identificación del instrumento o número de etiqueta
T 103	Identificación de lazo
103	Número de lazo
TIC	Identificación de funciones
T	Primera letra
IC	Letras Sucesivas
NUMERO DE IDENTIFICACION EXPANDIDO	
10-PAH-5A	Número de etiqueta
10	Prefijo opcional
A	Sufijo opcional
Nota: Los guiones son optativos como separadores.	

El número de lazo del instrumento puede incluir información codificada, por ejemplo para identificar el área de la planta donde está el lazo. También se puede usar para identificar con series específicas de números ciertas funciones especiales. Cada instrumento debe ser representado en los diagramas por un símbolo. El símbolo debe estar acompañado por un número de etiqueta.

2.5. IDENTIFICACIÓN DEL LAZO.

La identificación del lazo se hace con la primera letra y un número. Cada instrumento que pertenece al lazo debe tener asignado el mismo número de lazo y, en caso de numeración paralela, la misma primera letra. Cada lazo de instrumentos tiene un único número de identificación de lazo. Un instrumento común a dos o más lazos debe tener la identificación del lazo al cual se le considere predominante.

La numeración de los lazos puede ser paralela o serial. En la numeración paralela se inicia una secuencia numérica para cada primera letra nueva, por lo que puede resultar una numeración así: TIC-100, FRC-100, LIC-100, AL-100, etc. Solo si hay otro dispositivo que empiece con T, entonces este sería identificado como TI-101, por ejemplo. La numeración serial involucra el uso de secuencias simples de números. Una secuencia de numeración de un lazo puede comenzar con 001, y otro bien

podría empezar con 301 o 1201. Al número debe incorporarse el código de función u operación.

Si un lazo dado tiene más de un instrumento con el mismo identificador funcional, se puede añadir un sufijo al número del lazo, por ejemplo: FV-2A, FV-2B, FV-2C, etc., o TE-25-1, TE-25-2, etc. Esta alternativa última puede ser más conveniente o lógica en ciertas circunstancias, para designar un par de transmisores de flujo, por ejemplo, como FT-2 y FT-3 en vez de FT-2A y FT-2B. Los sufijos pueden ser asignados de acuerdo a las directrices siguientes:

1. Se pueden usar sufijos tales como A, B, C, etc.

2. Para un instrumento tal como un multipunto, que registra los números por puntos de identificación, el elemento primario puede ser numerado TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3, etc., correspondiendo al punto de identificación del número.

3. Las subdivisiones de un lazo pueden ser identificadas serialmente, alternadas con letras como sufijos y con números.

Un instrumento que desempeña dos o más funciones puede ser designado de acuerdo a todas sus funciones, por ejemplo un registrador que almacena la información de flujo FR-2 y una presión PR-4 puede ser designado FR-2/PR-4. Y si registra dos presiones puede ser identificado como PR-7/8, y una alarma como anunciador común para alarmas de altas y bajas temperaturas puede ser TAHL-21.

Los accesorios de instrumentación tales como medidores de presión, equipo de aire, etc., que no están explícitamente mostrados en un diagrama, pero si necesitan una designación para otros propósitos, pueden ser etiquetados individualmente de acuerdo a sus funciones y podría usarse la misma identificación del lazo al que estos sirven. Una designación no implica que el accesorio deba ser mostrado en el diagrama. Alternativamente, los accesorios pueden ser identificados con el mismo número de etiqueta con el cual ha sido designado el instrumento, pero aclarando con palabras agregadas.

Las reglas para la identificación de un lazo no necesitan ser aplicadas a los instrumentos y accesorios. Un usuario u operador puede identificar a estos por otros medios.

En el ejemplo de la Figura 2.1, YIC indica una válvula on/off controlada por una válvula solenoide y provista de interruptores de fin de carrera para indicar las posiciones de abierto (ZSH) y cerrado (ZSL). Todas las entradas y salidas son alambradas a un PLC, que es accesible al operador (el diamante en un cuadrado con una línea sólida horizontal). La letra 'Y' indica un acontecimiento, el estado de, o la presencia de. La letra 'I' representa indicación, y la letra 'C' significa que una acción de control ocurre en este dispositivo.

La adhesión de símbolos a la norma ISA S5.1, siguiendo el estándar de identificación aseguran consistencia, permitiendo entender la comunicación entre la instrumentación, control, y automatización.

2.6 EJEMPLO

En referencia al diagrama de ejemplo de la Figura 2.1. FT 101 representa un transmisor de flujo montado en campo y conectado vía señales eléctricas (la línea de puntos) a un indicador/controlador de flujo FIC 101; es decir, un dispositivo de control/indicación compartido. Una extracción de raíz cuadrada de la señal de entrada es aplicada como parte de la funcionalidad del FIC 101.

La salida de FIC 101 es una señal eléctrica que va a TY 101 localizada en un lugar inaccesible o detrás de un panel. La señal de salida de TY 101 es una señal neumática (la línea vertical resaltada con rayas dobles), lo que hace a TY 101 un convertidor I/P (recibe corriente y entrega una presión).

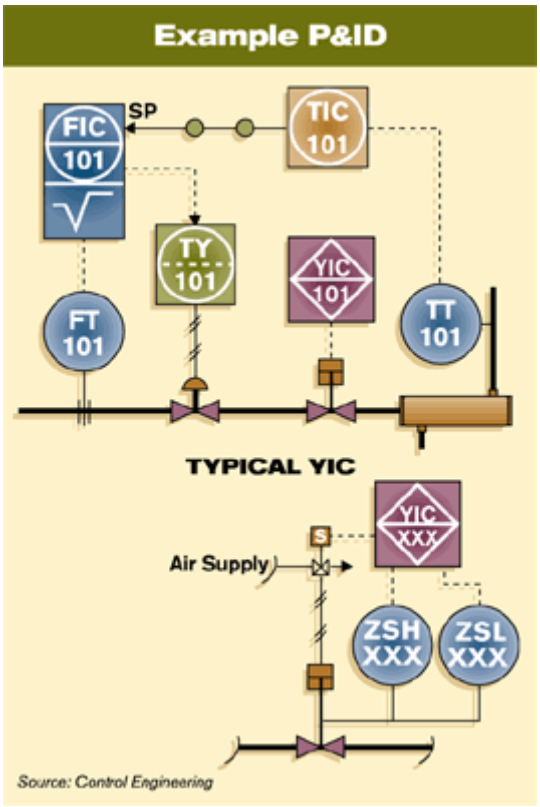


Figura 2.1. Ejemplo de diagrama P&ID

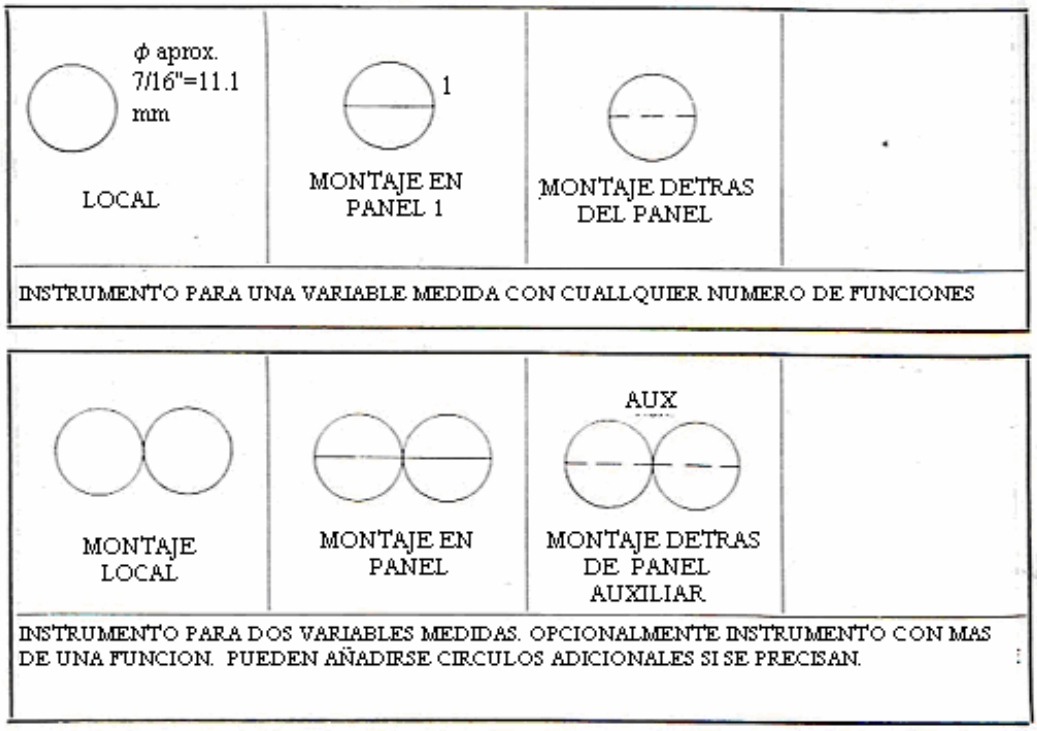
El TT 101 y el TIC 101 son similares a FT 101 y FIC 101, pero los primeros están indicando y controlando la temperatura. La salida del TIC 101 está conectada vía un software interno o enlace de transmisión (la línea con círculos) al setpoint (SP) de FIC 101 para formar una estrategia de control en cascada.

A menudo los P&IDs incluyen un glosario donde se definen términos comunes y típicos, símbolos, numeración de sistemas, etc, En el caso del ejemplo, YIC probablemente aparecería sobre la cubierta y la forma simplificada de YIC aparecería en todas partes del P&IDs.

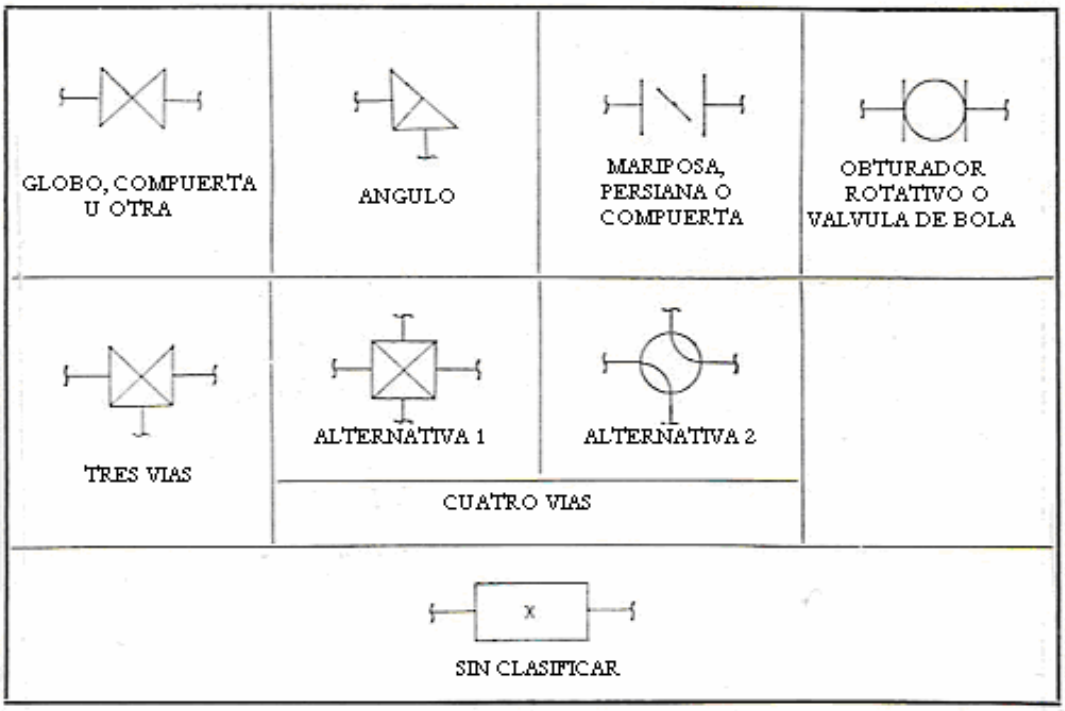
RESUMEN DE LA NORMA ISA-S5.1

Seguidamente se incluyen las representaciones esquemáticas de los diferentes instrumentos y afines.

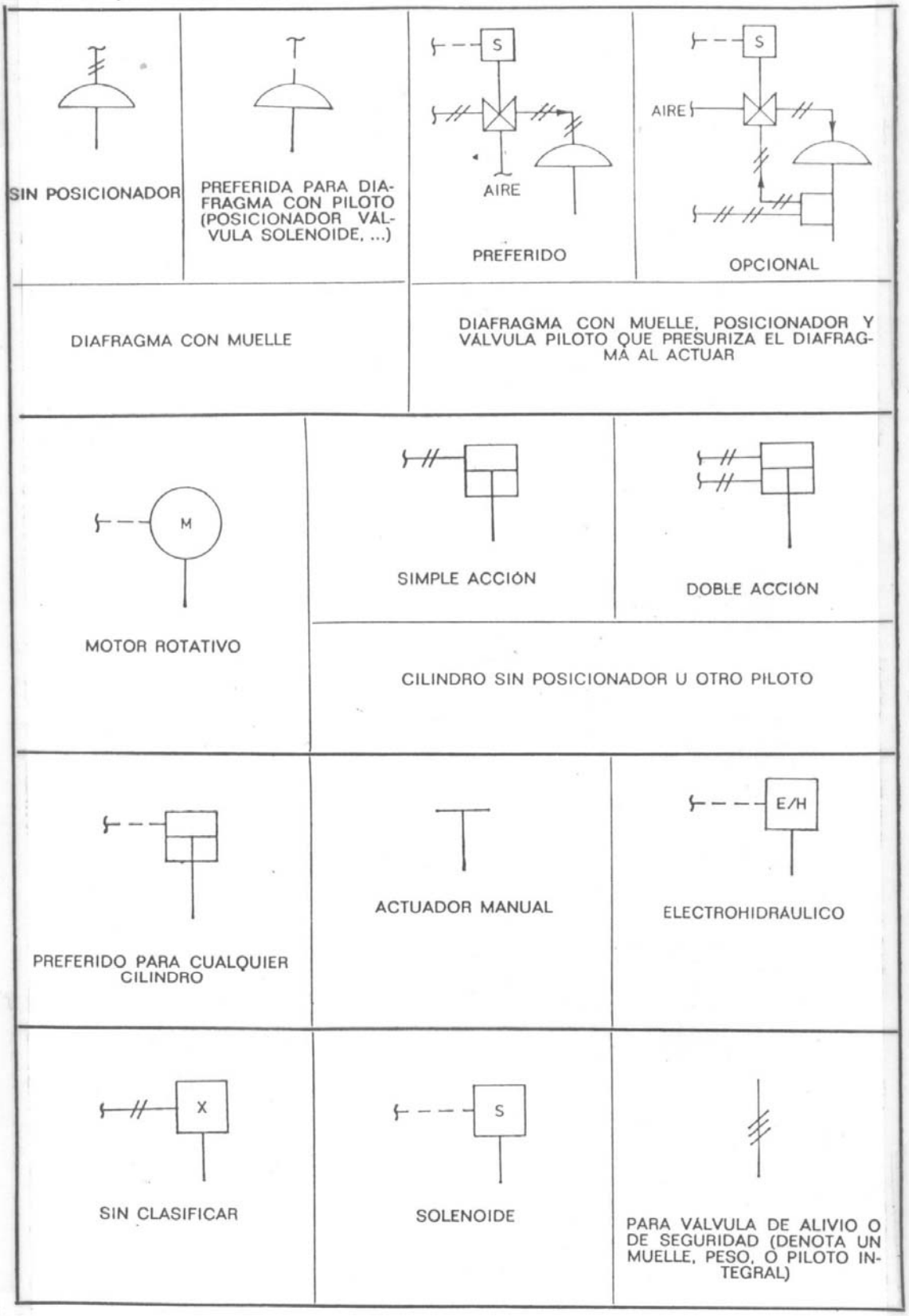
Símbolos Generales



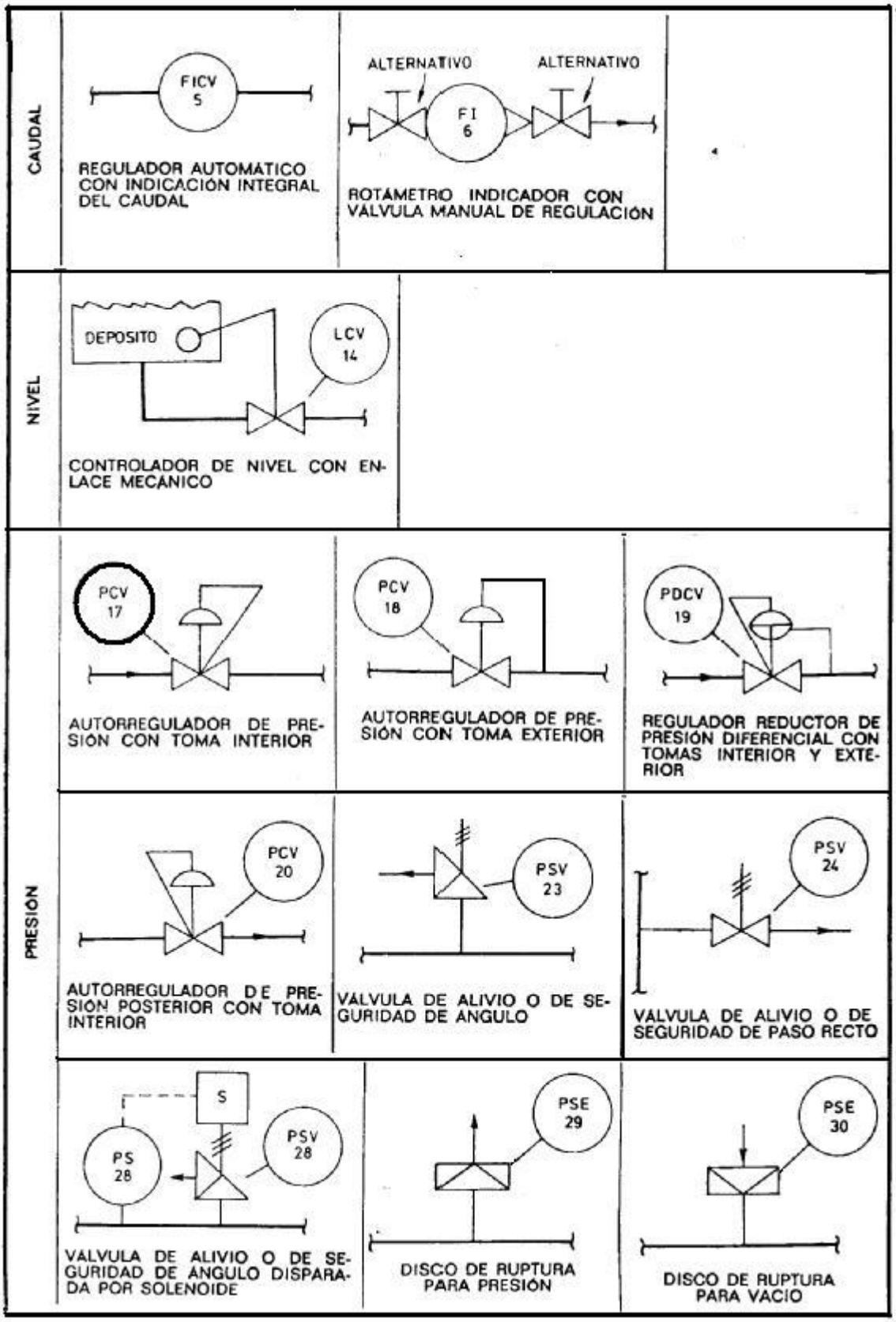
Símbolos para válvulas de control



Símbolos para actuadores



Autorreguladores



Autorreguladores (Cont.)

TEMPERATURA	TCV 35 AUTORREGULADOR DE TEMPERATURA CON BULBO Y CAPILAR	

Acción del actuador en caso de fallo de aire (o de potencia)

FO ABRE EN FALLO *(FAIL OPEN)*	FC CIERRA EN FALLO *(FAIL CLOSED)*	A B FO C ABRE EN FALLO A VIA A-C
FO A B C D FO ABRE EN FALLO A VIAS A-C Y D-B	FL SE BLOQUEA EN FALLO *(FAIL LOCKED)*	FI POSICION INDETERMINADA EN FALLO *(FAIL INDETERMINATE)*

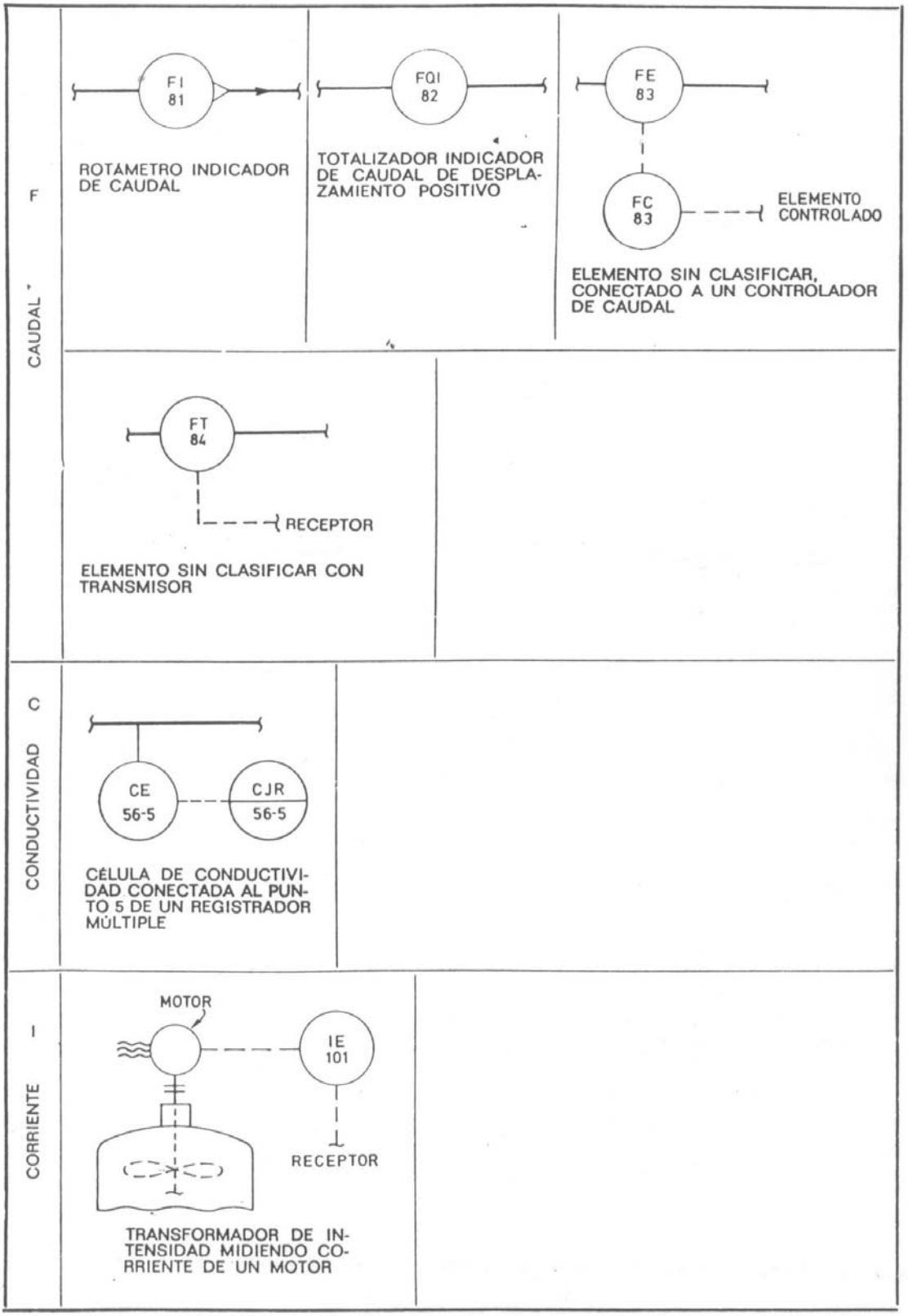
Símbolos varios

Ø 7/16" aprox. (11,1mm) LUZ PILOTO	SELLO QUIMICO	
ENCLAVAMIENTO LÓGICO SIN DEFINIR O COMPLEJO I	ENCLAVAMIENTO EFECTIVO SI EXISTEN TODAS LAS ENTRADAS AND	ENCLAVAMIENTO EFECTIVO SI EXISTEN UNA O MÁS ENTRADAS OR

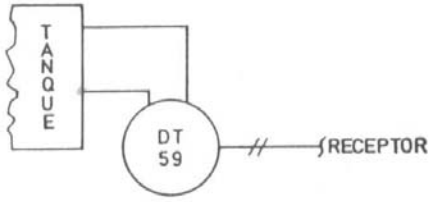
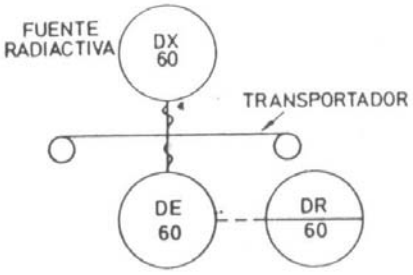
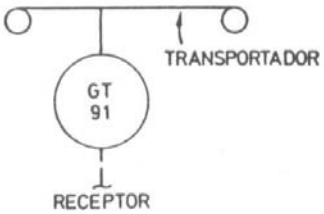
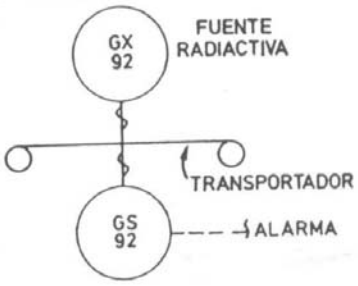
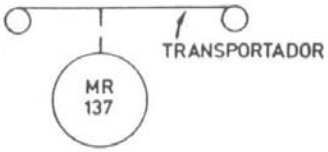
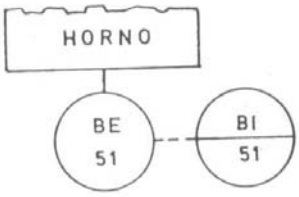
Elementos primarios

A ANALISIS	O_2 COMBUSTIBLES AIT 45 AIT 46 RECEPTOR RECEPTOR ANALISIS DOBLE DE OXIGENO Y COMBUSTIBLE		
F CAUDAL	FE 69 PLACA-ORIFICIO CON TOMAS EN LA BRIDA O EN LA CAMARA ANULAR	FE 72 PLACA-ORIFICIO CON TOMAS EN LA VENA CONTRAIDA, RADIALES O EN LA TUBERIA	FE 73 RECEPTOR PLACA-ORIFICIO CONECTADA A UN TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL
	FE 75 PLACA-ORIFICIO CON ACCESORIO DE CAMBIO RÁPIDO	FE 76 TUBO PITOT O TUBO VENTURI-PITOT	FE 77 TUBO VENTURI O TOBERA
	FE 78 CANAL MEDIDOR	FE 79 VERTEDERO	FE 80 ELEMENTO DE TURBINA

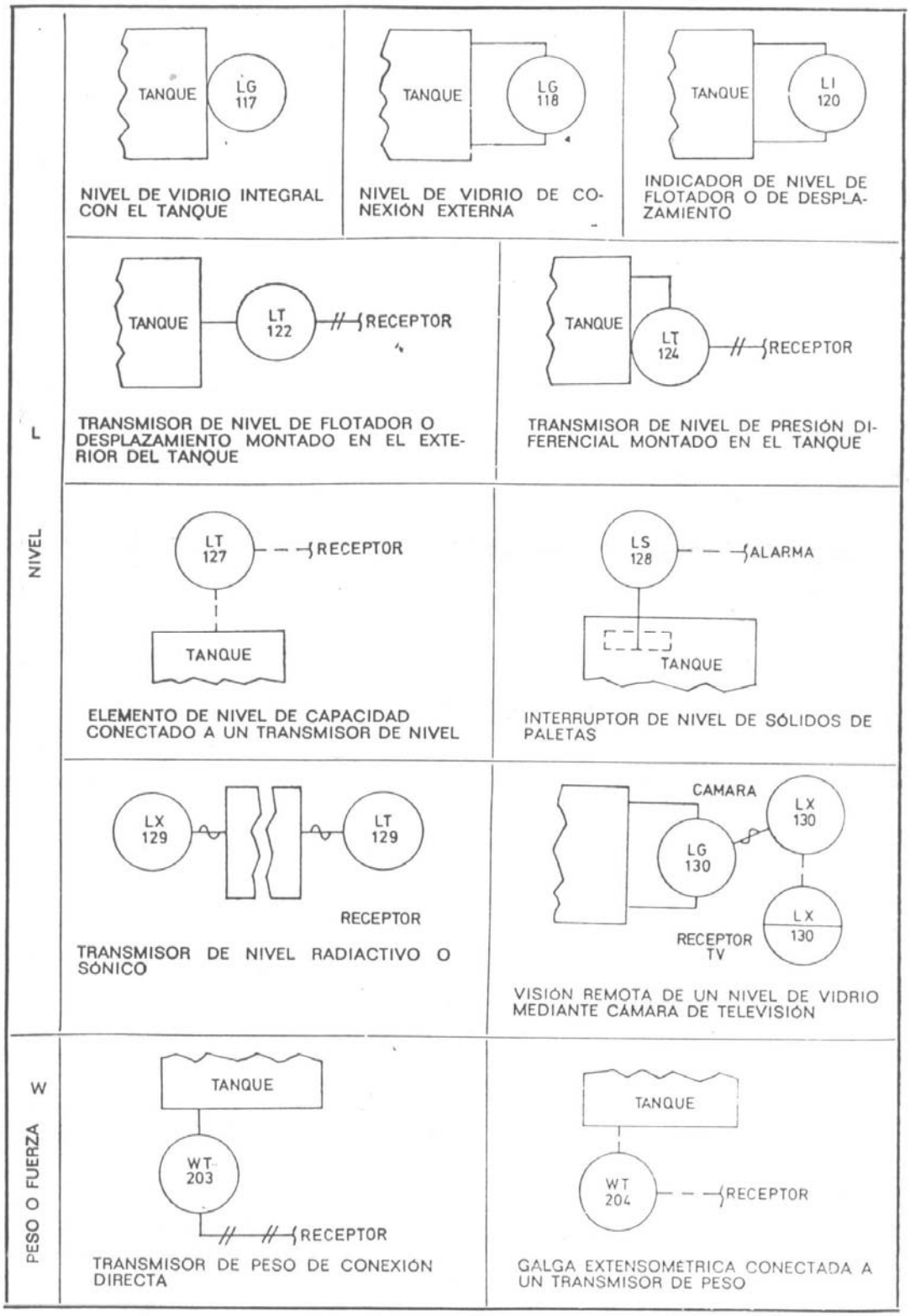
Elementos primarios (Cont.)



Elementos primarios (Cont.)

D DENSIDAD O PESO ESPECÍFICO	 TRANSMISOR DE DENSIDAD DE PRESIÓN DIFERENCIAL	 ELEMENTO RADIACTIVO DE DENSIDAD CONECTADO A UN REGISTRADOR EN PANEL
G ESPESOR	 TRANSMISOR DE RODILLO	 INTERRUPTOR DE ESPESOR RADIACTIVO
M HUMEDAD	 REGISTRADOR DE HUMEDAD	
B LLAMA	 DETECTOR DE LLAMA CONECTADO A UN INDICADOR DE INTENSIDAD DE LLAMA	

Elementos primarios (Cont.)



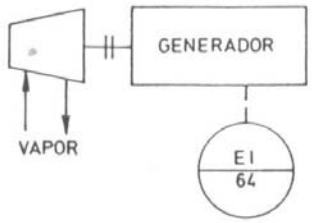
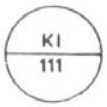
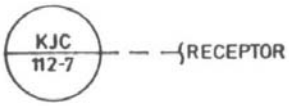
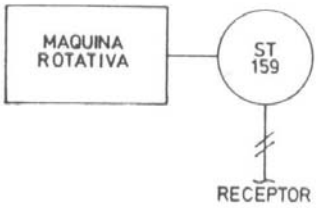
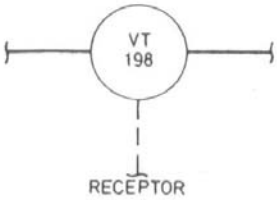
Elementos primarios (Cont.)

Z POSICIÓN	TC 208, TV 208, ZSL 208, ALARMA INTERRUPTOR DE FIN DE CARRERA ACCIONADO CUANDO LA VÁLVULA CIERRA A UNA POSICIÓN PREDETERMINADA	
J POTENCIA	JI 106 VATIMETRO CONECTADO AL MOTOR DE UNA BOMBA	
P PRESIÓN O VACIO	PI 142 MANÓMETRO	PI 143 CON LINEA DE PRESIÓN PI 144 MONTAJE EN LINEA MANÓMETRO CON SELLO
	PIT 145, RECEPTOR ELEMENTO DE PRESIÓN DE GALGA EXTENSOMÉTRICA CONECTADO A UN TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN	
R RADIACTIVIDAD	RI 154 INDICADOR DE RADIACTIVIDAD	

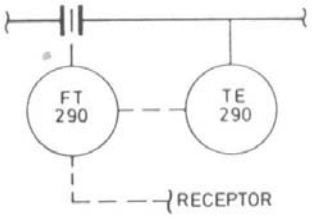
Elementos primarios (Cont.)

TEMPERATURA T	TW 164 CONEXIÓN DE ENSAYO DE TEMPERATURA CON VAINA	TP 165 CONEXIÓN DE ENSAYO DE TEMPERATURA SIN VAINA	TE 166 ELEMENTO DE TEMPERATURA SIN VAINA
	VAINA TE 167 ELEMENTO DE TEMPERATURA CON VAINA	TI 168 INDICADOR DE TEMPERATURA DE BULBO Y CAPILAR CON VAINA	TI 169 TERMÓMETRO BIMETÁLICO O DE VIDRIO U OTRO LOCAL
	TI 170 INDICADOR DE TEMPERATURA DE TERMOPAR O DE SONDA DE RESISTENCIA		
	TI 175-7 / TJR 176-2 TERMOPAR DOBLE CONECTADO A UN INDICADOR Y UN REGISTRADOR MÚLTIPLE DE TEMPERATURA		

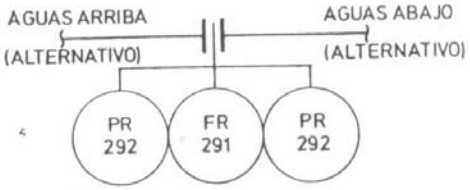
Elementos primarios (Cont.)

E TENSIÓN	 VOLTIMETRO INDICADOR CONECTADO A UN GENERADOR DE TURBINA	
K TIEMPO O PROGRAMADOR	 RELOJ	 PUNTO 7. PROGRAMADOR MULTIPUNTO. TODO-NADA
S VELOCIDAD O FRECUENCIA	 TRANSMISOR DE VELOCIDAD	
V VISCOSIDAD	 TRANSMISOR DE VISCOSIDAD	

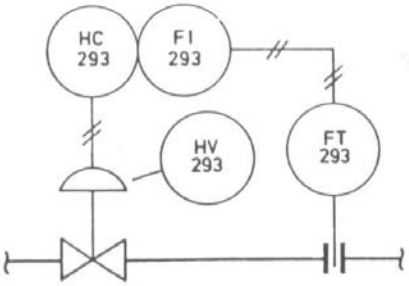
Sistemas varios



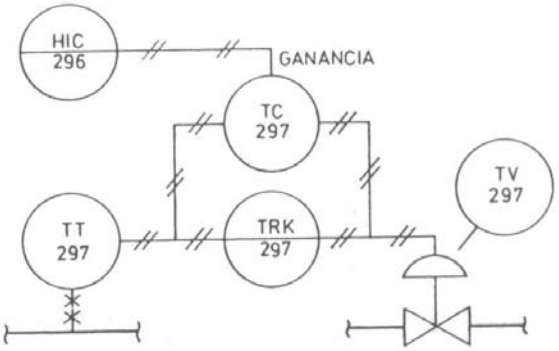
TRANSMISOR DE CAUDAL CON ELEMENTO DE TEMPERATURA DE COMPENSACIÓN



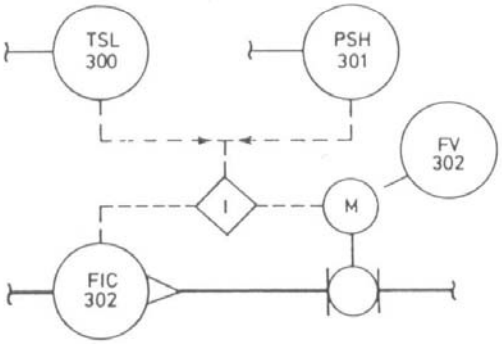
REGISTRADOR DE CAUDAL CON TOMA DE PRESIÓN



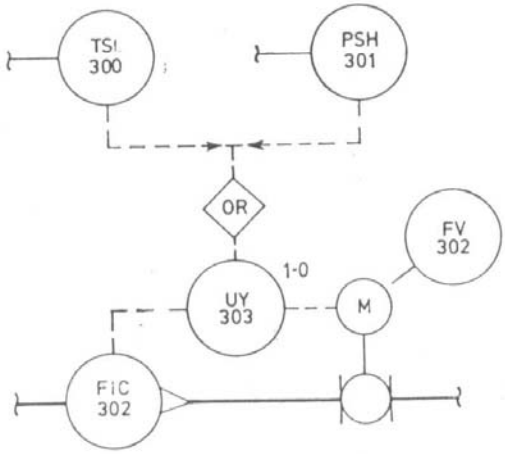
ESTACIÓN DE MANDO MANUAL SIN MANÓMETRO DE SALIDA Y CON INDICADOR RECEPTOR DE CAUDAL



REGISTRADOR CONTROLADOR LOCAL DE TEMPERATURA CON AJUSTE MANUAL REMOTO DE GANANCIA



UTILIZADO SI EL ENCLAVAMIENTO LÓGICO ES INDEFINIDO O COMPLEJO

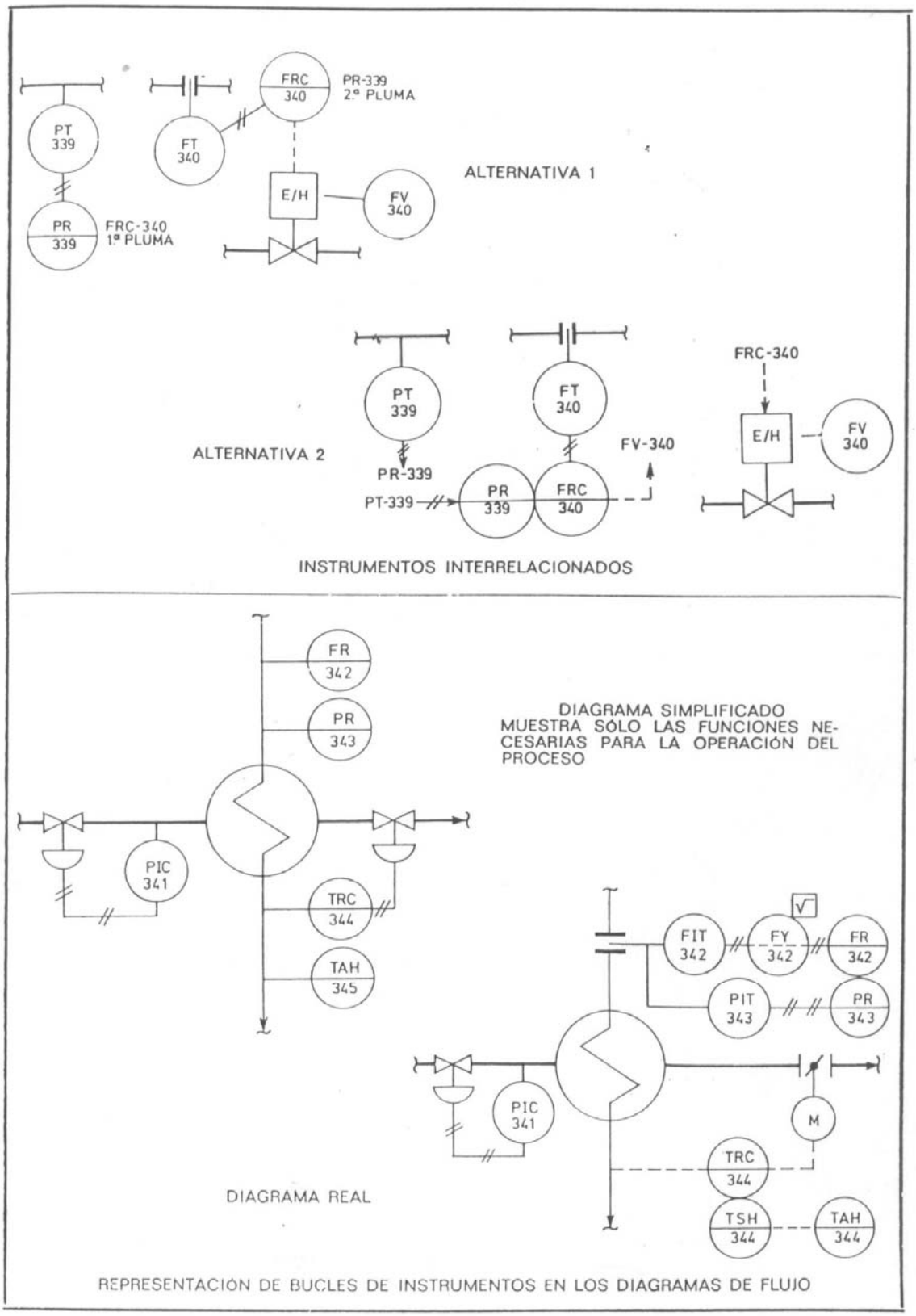


OPCIONAL

UTILIZADO SI DESEA MOSTRARSE EL RELÉ UY-303. «OR» DEBE OMITIRSE SI EL ENCLAVAMIENTO LÓGICO ES INDEFINIDO O COMPLEJO

CONTROL DE CAUDAL ENCLAVADO CON TERMOSTATO DE BAJA TEMPERATURA O PRESÓSTATO DE ALTA PRESIÓN

Sistemas varios (Cont.)



REPRESENTACIÓN DE BUCLES DE INSTRUMENTOS EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

2.7. SISTEMAS INTRÍNSECAMENTE SEGUROS

Otro tema relacionado con la instrumentación se refiere a los sistemas intrínsicamente seguros. La seguridad intrínseca es parte de la Sección 504 del National Electric Code solamente desde 1990.

Básicamente, la seguridad intrínseca consiste en evitar que un sensor, un instrumento o un circuito de bajo voltaje trabajando en un área peligrosa generen suficiente energía como para activar un gas volátil. Por ejemplo, suponga que se desea medir la temperatura de un combustible guardado en un tanque de almacenamiento. Suponga que para hacerlo decide usar una termocupla. Si bien la termocupla genera voltaje, este es demasiado pequeño para provocar una explosión, pero, ¿que pasa con el aparato al que está conectado la termocupla, por ejemplo un registrador? En situaciones así es cuando se hace imprescindible añadir protecciones que eviten llegar a niveles de energía que puedan provocar incendios o explosiones.

Pero, ¿a qué niveles se debe bajar la energía?

Niveles Seguros de Energía

Las limitaciones de Voltaje y corriente se extraen de curvas de ignición como las que se muestra en la Figura 2.2. Las curvas definen cuatro límites sobre los cuales se podría provocar una explosión, límites que dependen del tipo de combustible presente. Las curvas establecen los límites como una combinación de voltaje y corriente. Por ejemplo, un circuito con una combinación de 30 V y 150 mA cae dentro de los niveles de ignición de los gases en el Grupo A. Esta combinación de voltaje y corriente pueden crear una chispa suficientemente grande como para hacer explotar una mezcla de gases y oxígeno. Las aplicaciones Intrínsicamente seguras siempre deben permanecer debajo estas curvas en las que el nivel de energía de operación es alrededor de 1 Watio o menos. También hay curvas de capacitancia e inductancia que deben examinarse en circuitos intrínsicamente seguros.

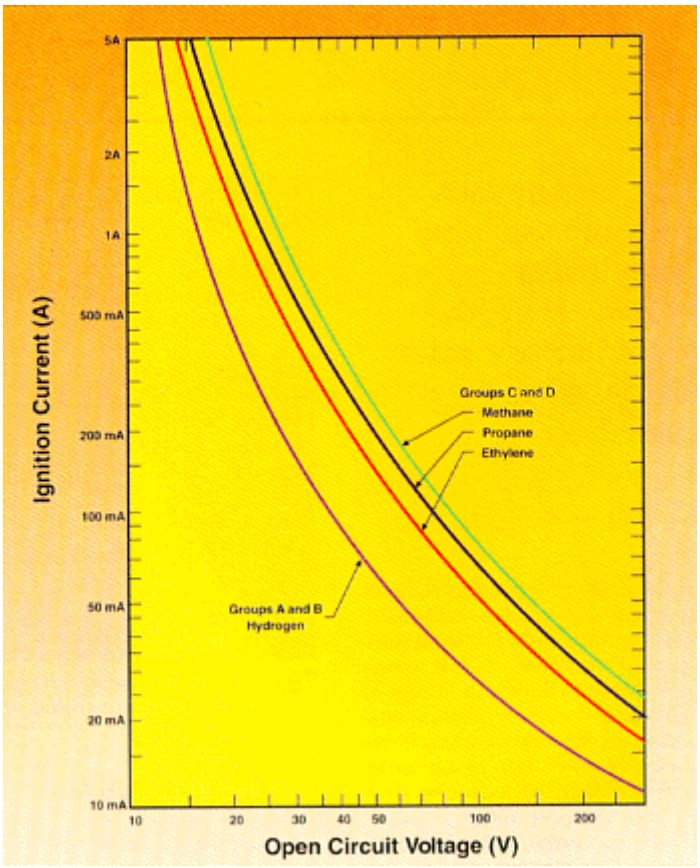


Figura 2.2. Curvas Ignición - Voltaje.

Las áreas o localidades peligrosas se dividen en dos Divisiones, tal como se muestra en el recuadro abajo.

Localidades Peligrosas		
DIVISION 1 Los peligros se pueden presentar durante operación normal. (Peligros contínuos e intermitentes)		
	Class I Gases or Vapores	
	Group A	Typical example: Acetylene
	Group B	Typical example: Hydrogen
	Group C	Typical example: Ethylene
	Group D	Typical example: Propane
	Class II Polvos	
	Group E	Typical example: Metal dust
	Group F	Typical example: Coal dust
	Group G	Typical example: Grain dust
	Class III Fibers	
DIVISION 2 Los peligros solamente se presentan en caso de funcionamiento anormal.		

Para seleccionar adecuadamente la barrera correcta se debe primeramente conocer el equipo de campo. Los equipos de campo, desde esta perspectiva de seguridad intrínseca, se clasifican en simples (que no almacenan energía) o compuestos (que pueden almacenarla).

Son dispositivos simples, definidos en el párrafo 3.12 de la norma ANSI/ISA-RP 12.6-1987, aquellos que no generan o almacenan más de 1.2 Voltios, 0.1 Amperios, 25 mW o 20 FJ. Como ejemplos se tiene: los contactores simples, termocuplas, RTDs, LEDs, potenciómetros no-inductivos y resistencias. Estos dispositivos no necesitan ser aprobados como intrínsicamente seguros.

Un dispositivo compuesto puede crear o almacenar niveles de energía superiores a los mencionados arriba. Ejemplos típicos son: transmisores, válvulas de solenoide, y relés. Estos equipos deben ser aprobados como intrínsicamente seguros por un organismo externo acreditado, el cual deberá definir los parámetros siguientes:

1. Vmax (voltaje máximo permitido),
2. Imax (corriente máxima permitida),
3. Ci (capacitancia interna), y
4. Li (inductancia interna).

Los valores de Vmax e Imax son fáciles de determinar. Al producirse una falla, un exceso de voltaje o corriente puede llegar al aparato intrínsicamente seguro (el equipo de campo). Si el voltaje o corriente excede el Vmax o Imax del aparato, el dispositivo puede sobre calentarse o producir una chispa que active los gases en el área peligrosa. En cuanto a los valores de Ci y Li estos describen la habilidad del aparato para almacenar energía en la forma de una capacitancia o inductancia internas.

Más del 85% de todos los circuitos intrínsecamente seguros involucran instrumentos comúnmente conocidos. El recuadro abajo muestra el empleo aproximado de aparatos intrínsecamente seguros en áreas peligrosas.

Intrinsically Safe Apparatus	**Intrinsically Safe Applications (%)**	
Switching	32.0%	
mechanical switches 85.0%		
proximity switches 15.0%		
2-wire Transmitters	22.0%	
Thermocouples & RTDs	13.0%	
Load Cells	8.5%	
Solenoid Valves	4.5%	
Potentiometers		2.5%
LEDs		2.0%
I/P Transducers		2.0%
Other Devices		13.5%
Total Field Devices	100.0%	

Current use of intrinsically safe apparatus in hazardous areas.

Todos los circuitos intrínsicamente seguros tienen tres componentes: El dispositivo de campo (referido como aparato intrínsicamente seguro), el dispositivo limitador de energía (conocido como barrera o aparato asociado intrínsicamente seguro) y el cableado de campo. Como ya se mencionó, cuando se diseña un circuito intrínsicamente seguro se debe empezar por el análisis del dispositivo de campo. Este determinará el tipo de barrea que se puede usar tal que el dispositivo pueda trabajar apropiadamente bajo condiciones normales de operación y es seguro bajo condiciones de falla.

Una termocupla es clasificada como un dispositivo simple que no creará o almacenará suficiente energía para explotar una mezcla de gases volátiles. El nivel de energía de las termocuplas típicas no llegarán a los niveles de ignición de los gases volátiles en el Grupo A.

Si se instala una termocupla como se muestra en la Figura 2.3, ¿es intrínsicamente segura?

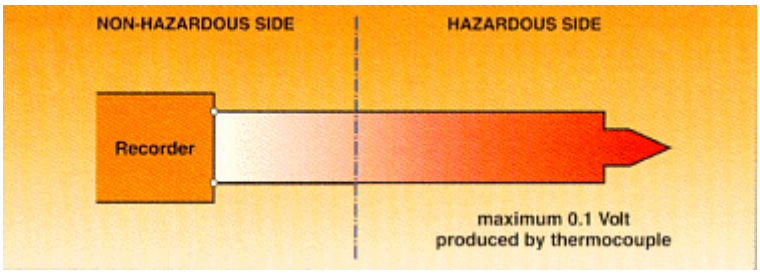


Figura 2.3. Termocupla instalada en un área peligrosa.

La respuesta es no porque una falla en el registrador puede provocar un exceso de energía que puede llegar al área peligrosa tal como se muestra en la Figura 2.4.

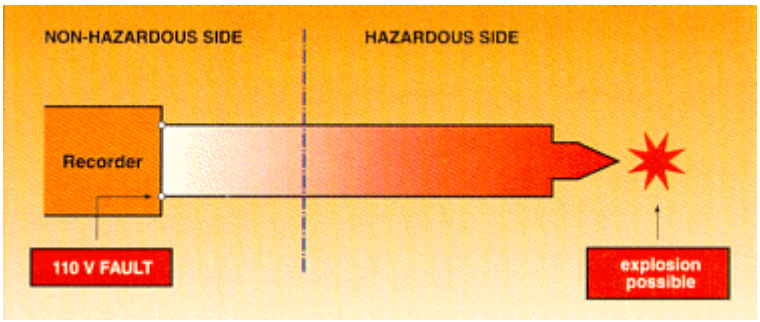


Figura 2.4. Termocupla con falla.

Para estar seguros de que el circuito permanece intrínsicamente seguro, se debe insertar una barrera para limitar la energía (Figura 2.5).

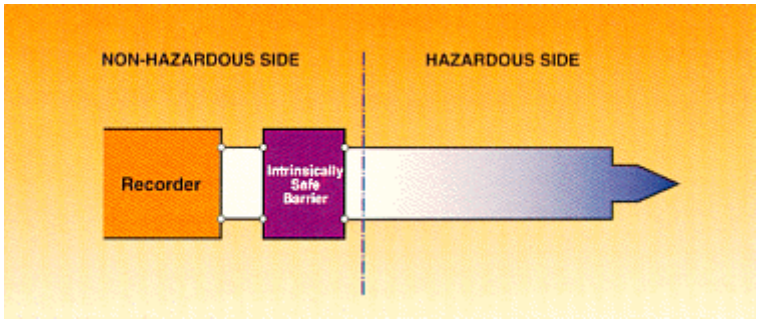


Figura 2.5. Thermocupla con barrera.

La barrera o aparato asociado intrínsecamente seguro en su forma más simple está compuesto de una resistencia limitadora de corriente, diodos zener para limitar el voltaje y un fusible.

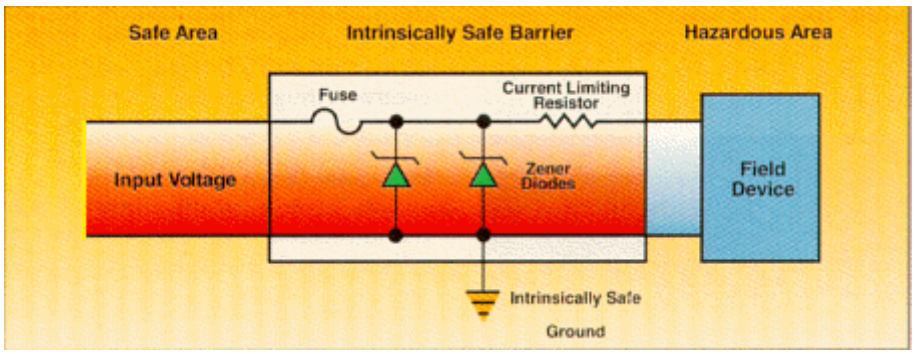


Figura 2.6. Barrier Circuit.

Para el caso de un transmisor se tiene la situación siguiente:

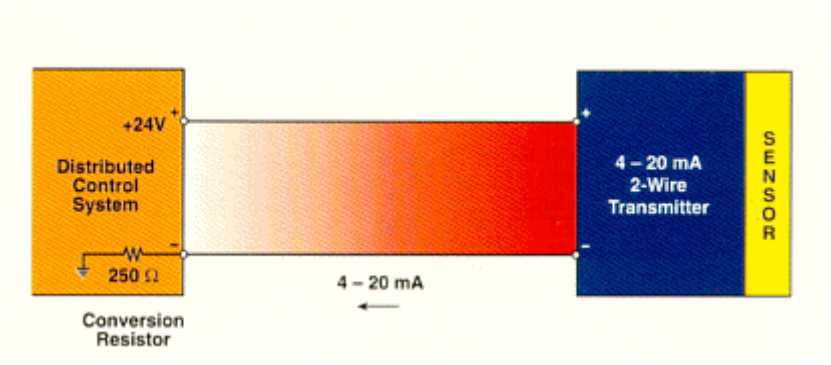


Figura 2.7. Conexión típica de un Tx.

La fuente de poder en el DCS usualmente provee 24 VDC al transmisor. El transmisor convierte la medición física en una corriente eléctrica. La corriente del transmisor variando desde 4-20 mA es enviada de vuelta al DCS. Sin embargo, debido a que el controlador lee señales de voltaje, una resistencia conversora (comúnmente 250 ohmios) convierte los 4-20 mA a una señal de voltaje en el canal de entrada del DCS; es decir, 1-a-5 V .

Temperature	-> Converted to mA signal	x multiplied by ohm resistor	= converted to a voltage reading
0C (min)	-> 4 mA (0.004 A)	x 250	= 1 V
100C (max)	-> 20 mA (0.020 A)	x 250	= 5 V

Para evitar que esto se convierta en un peligro se puede optar por las alternativas de protección

siguientes:

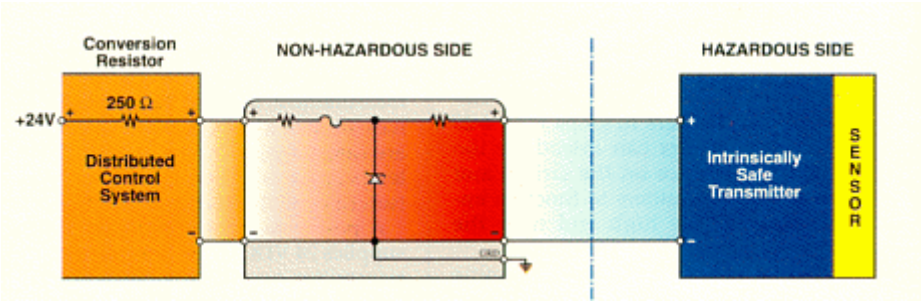


Figura 2.8. Barrera DC positiva.

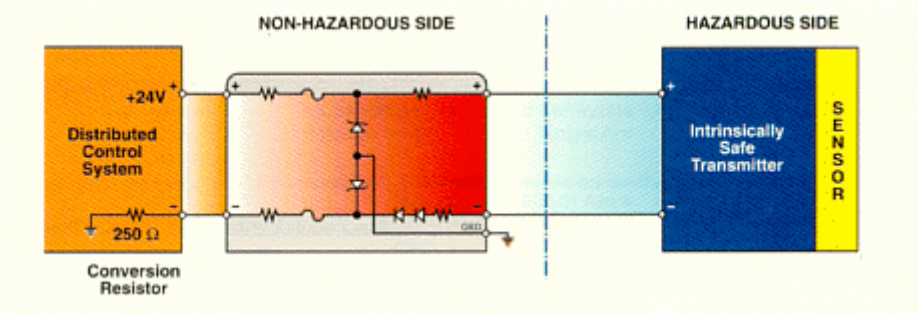


Figura 2.9. Barrera en la alimentación y el retorno.

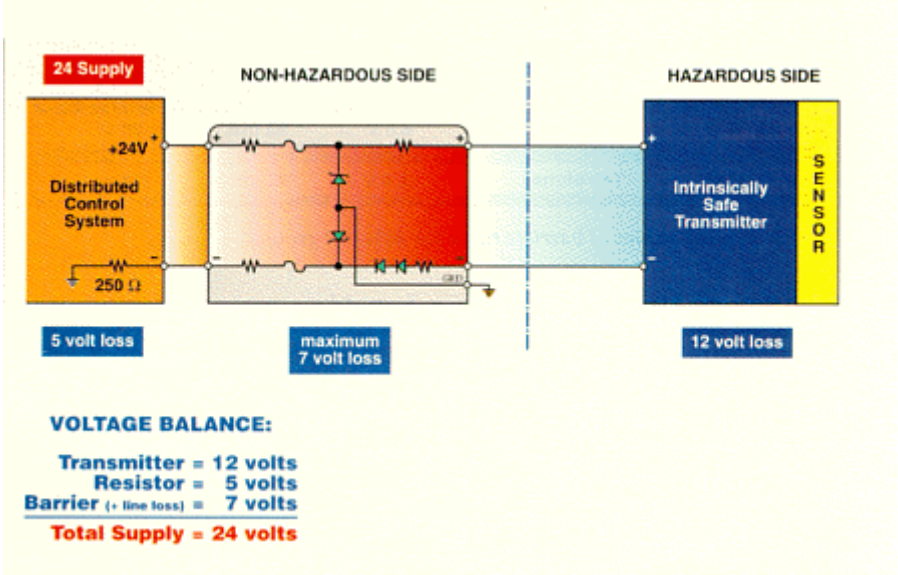


Figura 2.10. Balance de Voltaje DC.

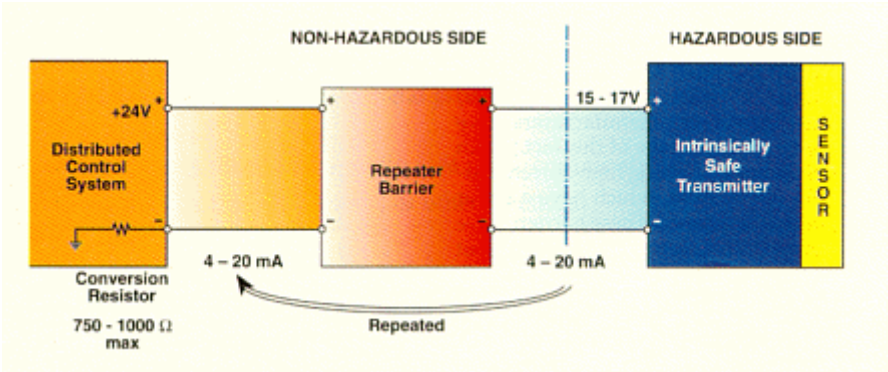


Figura 2.11 Barreras repetidoras.

2.8. *COLORES PARA IDENTIFICACION DE CAÑERIAS*

El uso de colores (ISO-R.508) tiene por objeto establecer el sistema de seguridad que permita la identificación del contenido de las tuberías (cañerías) por medio de colores y leyendas. También se emplea para demarcar superficies de trabajo y áreas de tránsito o identificar y localizar equipos de emergencia.

Debe aclararse que los colores de seguridad no eliminan por sí mismo los riesgos y no pueden sustituir las medidas de prevención de accidentes.

Un color mal aplicado puede crear una condición de riesgo al trabajador. El color se utiliza para advertir a las personas, por lo tanto, su aplicación debe hacerse cumpliendo estrictamente con lo indicado es este capítulo.

2.8.1. Definición de Color

El color se puede definir como cierta característica de la luz, distinta a las de espacio y tiempo que son: el flujo luminoso o capacidad de provocar la sensación de brillo, la longitud de onda dominante que produce el matiz, y la pureza que corresponde a la saturación (Comité de colorimetría de la Optical Society of América).

Otras definiciones relevantes son:

2.8.2. Color de seguridad

Propiedad específica al cual se le atribuyo un significado o mensaje de seguridad.

Tabla 2.4. Color de seguridad (Según DIN 2403)

ROJO	
NARANJA	
AMARILLO	
VERDE	
AZUL	
PURPURA	
BLANCO	
NEGRO	

Los colores de seguridad deberán ser establecidos e incorporados durante la etapa de diseño en el proyecto de plantas e instalaciones y, también, cada vez que exista una ausencia o falta de soluciones en este aspecto.

2.8.3. Color de contraste

Cuando se desee aplicar color de contraste, se utilizará los que se muestran a continuación en combinación con los colores de seguridad.

ROJO		**BLANCO**	

NARANJA		**NEGRO**	
AMARILLO		**NEGRO**	
VERDE		**BLANCO**	
AZUL		**BLANCO**	
PURPURA		**BLANCO**	
BLANCO		**NEGRO**	
NEGRO		**BLANCO**	

2.8.4. Significado y Aplicación de los Colores de Seguridad

COLOR ROJO

Es un color que señala peligro, detención inmediata y obligada.

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION
a) Peligro	- Receptáculos de sustancias inflamables. - Barricadas - Luces rojas en barreras (obstrucciones temporales)
b) Equipos y aparatos contra incendio	- Extintores - Rociados automáticos - Caja de alarma
c) Detención	- Señales en el tránsito de vehículo (Pare). - Barras de parada de emergencia en Máquinas - Señales en cruces peligrosos - Botones de detección en interruptores eléctricos.

Nota : Como normativa para casos específicos, el rojo se combinará con amarillo.

COLOR NARANJA

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION
Se usa como color básico para designar PARTES PELIGROSAS DE MAQUINAS o equipos mecánicos que puedan cortar, aplastar, causar shock eléctrico o lesionar en cualquier forma; y para hacer resaltar tales riesgos cuando las puertas de los resguardos estén abiertas o hubieran sido retiradas las defensas de engranajes, correas u otro equipo en movimiento. También, este color es usado en	- Interior de resguardo de engranajes, poleas, cadenas, etc. - Elementos que cuelgan estáticos o se desplazan (vigas, barras, etc.) - Aristas de partes expuestas de poleas, engranajes, rodillos, dispositivos de corte, piezas cortantes o punzantes, etc. - Equipos de construcción en zonas nevadas y desérticas. - Interior de tapas de cajas de fusibles, interruptores, válvulas de seguridad, líquidos inflamables, corrosivos, etc.

equipos de construcción y de transportes empleados en zonas nevadas y en desiertos.	

COLOR AMARILLO

Es el color de más alta visibilidad.

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION
Se usa como color básico para indicar ATENCION y peligros físicos tales como: caídas, golpes contra tropezones, cogido entre. Pueden usarse las siguientes alternativas, de acuerdo con la situación particular: amarillo solo, amarillo con franjas negras, amarillo con cuadros negros.	- Equipo y maquinaria (bulldozer, tractores, palas mecánicas, retroexcavadoras, etc.. - Equipo de transporte de materiales (grúas, montacargas, camiones). - Talleres, plantas e instalaciones (barandas, pasamanos, objetos salientes, transportadores móviles, etc.). - Almacenamiento de explosivos.

Alternativas de uso del color amarillo.

Amarillo con franjas negras de 10 cms en ángulo de 45°

Amarillo con cuadros negros

Se utilizan para indicar el riesgo de caídas, atropellamiento, cortadura, golpes o choque contra objetos y obstáculos.

COLOR VERDE

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION
Se usa como color básico para indicar SEGURIDAD y la ubicación del equipo de primeros auxilios.	- Tableros y vitrinas de seguridad - Refugios de seguridad - Botiquines de primeros auxilios - Lugares donde se guardan las máscaras de emergencia y equipos de rescate en general. - Duchas y lavaojos de emergencia

Este color se utiliza también como demarcación de pisos y pavimentos en áreas de almacenamiento.

COLOR AZUL

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION

Se usa como color básico para designar ADVERTENCIA y para llamar la atención contra el arranque, uso o el movimiento de equipo en reparación o en el cual se está trabajando.	- Tarjetas candados, puerta de salas de fuerza motriz. - Elementos eléctricos como interruptores, termostatos, transformadores, etc. - Calderas - Válvulas - Andamios, ascensores

Este color se utiliza para advertir el uso obligatorio de equipo de protección personal.

COLOR PURPURA

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION
Se usa como color básico para indicar riesgos producidos por radiaciones ionizantes. Deberá usarse el color amarillo en combinación con el púrpura para las etiquetas, membretes, señales e indicadores en el piso.	- Recintos de almacenamientos de materiales radioactivos. - Receptáculo de desperdicios contaminados. - Luces de señales que indican que las máquinas productoras de radiación están operando.

COLOR BLANCO Y NEGRO CON BLANCO

El color blanco destaca preferentemente la condición de limpieza.

SIGNIFICADO	EJEMPLO DE APLICACION
El blanco se usa como color para indicar vía libre o una sola dirección; se le aplica asimismo en bidones, recipientes de basura o partes del suelo que deben ser mantenidas en buen estado de limpieza. Con franjas negras diagonales sirve como control de circulación en accesos, pasillos, vías de tránsito, etc.	- Tránsito (término de pasillos, localización y borde de pasillos, limite de bordes de escaleras, etc.). - Orden y limpieza (ubicación de tarros de desperdicios, de bebederos, áreas de pisos libres).

El color blanco se utiliza para limitar áreas interiores de tránsito o circulación de personas y de equipos, mediante franjas de 5 a 12 cm.

2.8.5. Definición de Tuberías (Cañerías)

Se debe entender como tuberías o cañerías, a todo el sistema formado por ductos (caños), uniones, válvulas, reducciones, retenciones, bridas, tapones y todas las conexiones para cambios de direcciones de las cañerías sea curvas o codos. Se incluye también la eventual aislación térmica exterior de una tubería que se emplea para la conducción de líquidos, semi-líquidos, vapores, polvos, plásticos, conductores eléctricos, productos en procesos de elaboración y productos terminados.

Respecto a como emplear los colores específicamente para identificar las tuberías se tiene:

Color fundamental: Se aplica para diferenciar las cañerías que conducen distintos tipos de fluidos tales como productos de servicio, productos terminados, conductores eléctricos, etc.

Color secundario: Se aplica para diferenciar los diversos fluidos del mismo tipo (ej. agua industrial, agua potable, agua ablandada, agua desmineralizada, etc.)

2.8.6. Clasificación de las tuberías

A fin de su individualización las cañerías se han dividido en dos (2) grupos:

- Cañerías destinadas a conducir productos de servicios, como: agua, vapor, combustible.
- Cañerías destinadas a conducir productos terminados o en proceso de fabricación.

Cañerías destinadas a conducir productos de servicio

Los productos de servicios pueden ser: agua, vapor, combustibles, aire, lejías, elementos contra incendio, conductores eléctricos, etc.

Estas cañerías se identifican pintándolas en toda su longitud según indicación de la Tabla 1.1 siguiente.

TABLA 2.5. Código de colores para tuberías de productos de servicio

FLUIDO	FONDO	LETRAS
Elementos para la lucha contra el fuego: sistema de rociado, bocas de incendios, agua de incendio, etc.	Rojo	
Gas Natural	Amarillo	Negras
Combustibles líquidos o gases.	Amarillo.	
Agua Industrial	Verde	Blancas
Agua fría.	Verde.	
Agua caliente.	Verde con franjas Anaranjadas	
Oxígeno	Blanco	Negras
Aire de Planta (Comprimido)	Azul	Blancas
Vacío o aspiración.	Castaño.	
Vapor de agua	Naranja	Negras
Electricidad.	Negro.	
Nitrógeno	Gris	Blancas

Los colores de pintura a emplearse para la identificación de cañerías serán los siguientes:

Tabla 2.6. Número RAL de los colores.

Color	**N° RAL**
Crema	1014
Amarillo	1023
Naranja	2004
Rojo	3000
Violeta	4008
Azul	5019
Verde	6017
Gris	7042
Marrón (Cedro)	8004
Marrón (Castaño)	8015
Negro	9005
Blanco	9016

Coordenadas de colores de tuberías según DIN 2403

Color	Coordenadas cromáticas		Factor de Luminancia
	x	y	
Verde	0,273	0,399	9,2
Rojo	0,602	0,324	7,5
Azul	0,190	0,185	8,1
Amarillo	0,480	0,481	60,6
Negro	0,293	0,307	3,8
Blanco	0,310	0,320	84,4
Gris	0,314	0,328	28,7
Marrón	0,389	0,362	13,5
Naranja	0,577	0,383	19,0
Violeta	0,333	0,237	13,8

Esta tabla debe ser exhibida en lugares estratégicos para conocimiento del personal. En las cañerías de gran diámetro puede remplazarse el pintado total por el pintado de franjas del color establecido en la Tabla 2.5 para el producto circulante.

Las bocas de suministro de fluidos en Planta (Gas, Nitrógeno, Oxígeno, Agua, Vapor, Aire de Planta, etc.) serán identificadas con carteles que se fijarán a las cañerías mediante grapas abulonadas, próximas a la válvula de salida.

El color del fondo del cartel corresponderá al color fundamental del fluido que transporta la cañería y la leyenda en color de contraste.

Tendrán una dimensión de 150 x 70 mm., pudiendo variar éstas, de acuerdo al diámetro de las

cañerías y la proximidad entre las mismas.

El material a utilizar dependerá de las necesidades y el lugar de instalación, pudiendo optar por chapa de 2 mm. de espesor o plástico de alto impacto, siempre con sus ángulos redondeados.

Las letras que identifican el fluido se harán caladas o perforadas para permitir una identificación permanente.

Productos terminados o en procesos de fabricación:

Productos Inofensivos: Las tuberías destinadas a conducir productos terminados o en proceso de fabricación que sean inofensivos para la seguridad personal, se identificaran, pintándolas de color gris en toda su longitud, cualquiera sea el producto que conduzca.

Productos Peligrosos: Se identificarán de la siguiente forma:

- ***Color fundamental:*** Color gris en toda su longitud.
- ***Color secundario:*** Se pintarán sobre el color fundamental franjas de color anaranjado en número variable, en función de la peligrosidad, hasta un máximo de 3 franjas para los productos muy peligrosos.

Franjas, Leyendas, Letras y Flechas.

Franjas: las franjas o grupos de franjas de color secundario se pintaran a una distancia máxima de 6000mm (6 metros) entre si, en los tramos rectos. Las franjas deben ser pintadas dejando un espacio de 100mm (10 cm).

Estas franjas también se deberán colocar a cada lado en las bocas de las válvulas, de las conexiones, de as bridas, de los codos, de los cambios de dirección de la cañería, junto a los pisos, techos o paredes que atraviesen divisorias de los mismos, previendo que entre franja y franja quede un espacio de 100 mm (10 cm), y entre la boca o borde de la válvula, conexiones o piezas que unen los caños y las franjas correspondientes.

En ciertos casos la franja de color está cruzada por una lista de distinto color inclinada a 45º, cuya dimensión se obtiene de la Tabla 2.7 en la columna B, con una disposición como la indicada en Fig. 5 del Anexo I

Para una rápida individualización, puede colocarse sobre las cañerías los nombres del fluido que corresponda, el sentido de su circulación y grado de peligrosidad.

TABLA 2.7. Ancho de la franja (Las medidas están expresadas en milímetros)

DIÁMETRO EXTERIOR DE CAÑERÍA "D"	ANCHO DE FRANJA "A"	ANCHO FRANJA OBLICUA "B"
hasta 50	200	60
51 hasta 150	300	80
151 hasta 250	600	120
Mayor a 250	800	170

Leyendas: para completar la identificación de los productos conducidos por las cañerías, se pueden usar leyendas indicando el nombre y/o el grado de peligrosidad de los mismos.

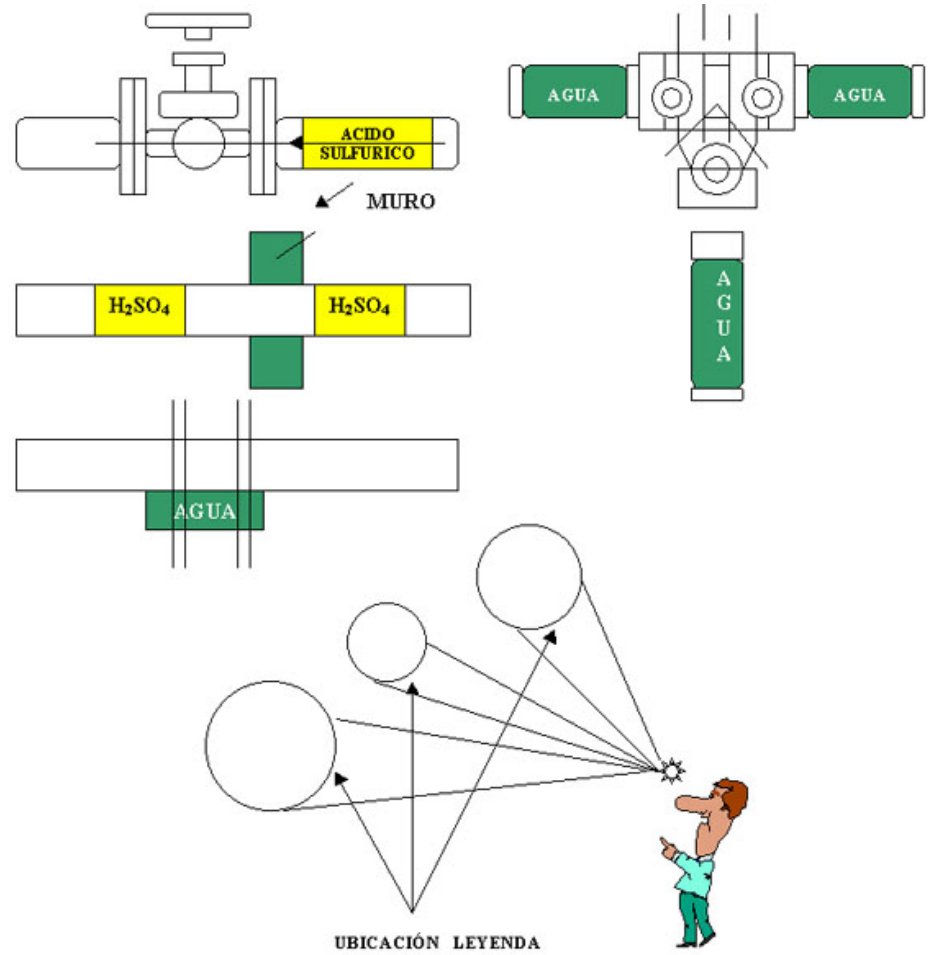
Las leyendas se pintaran directamente sobre las franjas o se adosaran a las cañerías de pequeño

diámetro por medio de carteles especiales, sus colores serán:

Blanco: sobre color gris, azul, rojo, castaño y negro.

Negro: sobre color anaranjado, amarillo y verde.

Cuando la cañería este colocada contra una pared, se pintarán sobre el lado visible desde el lugar de trabajo; es decir, sobre un solo lado. Si el caño está apartado de la pared, de manera que no son visibles sus costados, se pintara sobre ambos lados. Si el caño está alto, la leyenda se pintara debajo del eje horizontal del mismo.



Letras: el tamaño de las letras tendrá relación con el diámetro exterior de la cañería según se indica en la Tabla 2.8.

TABLA 2.8. Altura del Pintado de las Letras (Las medidas están expresadas en milímetros).

DIÁMETRO EXTERIOR DE CAÑERÍA "D"	ALTURA DE LETRAS
De 20 hasta 30	13
De 31 hasta 50	20
De 51 hasta 80	25
De 81 hasta 100	30

De 101 hasta 130	40
De 131 hasta 150	45
De 151 hasta 180	50
De 181 hasta 230	65
De 231 hasta 280	75
Mayor a 280	80

De acuerdo a los diversos fluidos se podrá aplicar en las cañerías el "grado de peligrosidad", según detalle en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Grado de Peligrosidad

I	**Inflamable**
T	**Tóxico**
R	**Radiación**
C	**Corrosivo**
E	**Explosivo**
Q	**Quemaduras**
P	**Peligro de electrocución**
N	**Sin peligro**

Se detalla a continuación los fluidos que se utilizan en planta con su correspondiente signo de peligrosidad.

Tabla 2.10. Peligrosidad de los fluidos

Lubricantes	N
Fuel-oil	I
Diesel-oil	I
Aceite de alquitrán y nafta	I
Aceite soluble	T
Varsol	I - T
Gas Natural + Aire	I - E
Aceite hidráulico ignífugo	N
Espuma	N
Vapor alta presión 49,2 Kg/cm2 (700 libras)	Q
Vapor recalentado 1Kg/cm2 (15 libras)	Q
Vapor de escape	Q
Agua ablandada	N
Aire Respirable	N
Gas de alto horno	I - E - T
Aceite de lavado benzolado	I - T

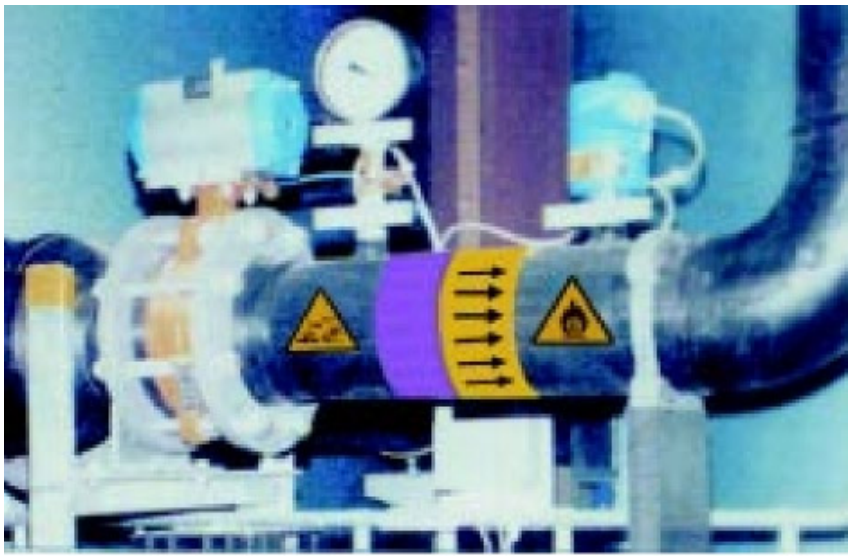
Aceite de lavado desbenzolado	I
Benzol lavado	I - T
Oxígeno	I
Gas	L-D T-I-E
Gas	HNX T-E
Oxígeno líquido	Q-E

Flechas: el sentido de circulación del fluido dentro de las cañerias, se podrá indicar cuando es necesario por medio de flechas, que se pintarán a cada lado de las franjas o a 100 mm (10 cm) de la boca o borde de las válvulas y conexiones.

La identificación de cañerías galvanizadas de recorrido y tamaño importante podrá realizarse pintando, a trechos, una franja de ancho "A" de color fundamental a cada lado de la/las franjas de color o colores secundarios. La identificación de cañerías con recubrimiento exterior de chapa de aluminio se hará en forma idéntica a lo indicado en el punto anterior. Cuando la temperatura de la superficie pueda afectar la duración de la pintura, se usará pintura para altas temperaturas.

En cañerías, cuando corresponda, se aplicarán dos listas de identificación sobre la franja de color secundario, dispuestas de modo que se vea una en cada uno de los dos semicilindros en que puede considerarse dividida la cañería por un plano axial. Las cañerías transmisoras de señales de presión o depresión, (tiro) de gases en cámaras de combustión (hornos, calderas, etc.) se pintarán de color plateado.

Cuando las cañerías se encuentren sobre puentes cuya función sea únicamente soportarlas, NO se respetará la distancia máxima de 6 m entre franjas. Estas se ubicarán en correspondencia con las columnas soportes del puente y en sitios previstos para el acceso del personal al puente. Deberán respetarse sin embargo la disposición de franjas respecto de válvulas, codos, accesorios, etc.



2.8.7. Identificación de los equipos

A efectos de su identificación, las bombas se consideran parte de la cañería, pintándose con el color correspondiente al fluido que bombean. Para distinguir rápidamente las válvulas de las cañerías, se las pintará de plateado y su volante de negro. Esto vale para las partes metálicas y NO para las partes en que la válvula va aislada.

Los equipos se deben identificar con diferentes colores de acuerdo a la Tabla 2.11.

Los equipos principales y voluminosos podrán pintarse de colores diferentes a los que les correspondería en la Tabla , cuando con esto se logre un mejor efecto desde el punto de vista funcional y estético.

Las grúas de puente deberán llevar a cada lado del puente una zona pintada con franjas a 45º alternativamente amarillas y negras.

Los ganchos de grúas se identificarán pintando la pasteca con franjas a 45º alternativamente amarillas y negras.

Tabla 2.11. COLORES A EMPLEAR EN EQUIPOS

TIPO	**COLOR**	**N° RAL**
Equipos Mecánicos	Gris	7042
Motores Eléctricos	Azul	5019
Tableros Eléctricos parte exterior	Azul	5019
Tableros Eléctricos parte interior	Naranja	2000
Moto-generadores	Azul	5019
Colectores en general	Naranja	2000
Barandas y pasamanos	Amarillo	1007
Estructuras - Plataformas y Escaleras	Gris	7042
Puentes Grúas en general	Amarillo	1007

Para que el usuario pueda identificar por el color, el contenido del gas comprimido, que entrega el proveedor se incluye en este texto la siguiente información.

Tabla 2.12. CILINDROS PARA GASES Y FLUIDOS INDUSTRIALES

Según Norma IRAM N° 2641.

GASES INDUSTRIALES		OJIVA	CUERPO	LETRAS Y NUMEROS
OXÍGENO		AZUL	AZUL	
HIDRÓGENO		ROJO	ROJO	
AIRE		AMARILLO	AMARILLO	
DIÓXIDO DE AZUFRE		NEGRO	VERDE	
NITRÓGENO		VERDE	VERDE	
ARGÓN		NARANJA	NARANJA	
DIÓXIDO	en cilindros para almacenamiento y transporte	GRIS	GRIS	

DE	en	como gas propelente		GRIS	GRIS	
		como	hasta 10 kg.	ROJO	ROJO	
CARBONO	matafuegos	extintor	mayor 10 kg.	GRIS	ROJO	
AMONÍACO				NEGRO	GRIS	
ETENO (ETILENO)				VIOLETA	VIOLETA	
CLORO				NEGRO	AMARILLO	
ACETILENO				BLANCO	NEGRO	
PROPANO BUTANO				ALUMINIO	ALUMINIO	
FLUIDOS REFRIGERANTES HALOGENADOS				BLANCO	BLANCO	NEGRO
HELIO				CASTAÑO	CASTAÑO	

Nombre del gas	**Color**
Acetileno disuelto	AMARILLO
Aire	NEGRO CON BLANCO
Argón	VERDE
Dióxido de Carbono	GRIS
Etileno	VIOLETA
Helio	CAFÉ
Hidrógeno	ROJO
Nitrógeno	NEGRO
Oxido Nitroso	AZUL
Oxígeno	BLANCO

Tabla 2.13. CILINDROS PARA LAS MEZCLAS DE GASES INDUSTRIALES

MEZCLAS DE GASES INDUSTRIALES	CUERPO Y OJIVA	BANDAS
ARGÓN - DIÓXIDO DE CARBONO	NARANJA	GRIS
ARGÓN - HELIO	NARANJA	CASTAÑO

ARGÓN - HIDRÓGENO	NARANJA	ROJO
ARGÓN - NITROGENO	NARANJA	VERDE
ARGÓN - OXÍGENO	NARANJA	AZUL
HIDRÓGENO - NOTRÓGENO	ROJO	VERDE
NITRÓGENO - DIÓXIDO DE CARBONO	VERDE	GRIS
NITRÓGENO - ETENO	VERDE	VIOLETA
NITRÓGENO - HIDRÓGENO	VERDE	ROJO
NITRÓGENO - OXÍGENO	VERDE	AZUL
NITRÓGENO - OXÍGENO - DIÓXIDO DE CARBONO	VERDE	BANDA EXTERNA AZUL BANDA INTERNA GRIS
OXÍGENO - ARGÓN	AZUL	NARANJA
OXÍGENO - NITRÓGENO	AZUL	VERDE

Dada la importancia de identificar claramente el contenido de los distintos cilindros de gases o mezcla de gases comprimidos, para uso industrial, no señalados en las tablas anteriores establece un código de colores que, usados en conjunto, permiten al usuario identificar, en primera instancia, la clase o clases de riesgos a que pueden estar expuesto.

a) Color Negro.
El color negro permite conocer al usuario que no está identificando el contenido en el cilindro, sino que se está identificando un gas comprimido por la (s) de riesgo (s) a que puede estar expuesto.

b) Color Verde.
El color verde permite conocer al usuario, que el cilindro contiene gas comprimido y está asociado a un riesgo primario.

c) Colores para la identificar la clase de riesgo.
Los colores que deben usarse para identificar una clase de riesgo para un gas comprimido son:

Clase de Riesgo	Color a usarse	
Inflamable	ROJO	
Venenoso	VIOLETA	
Oxidante	AMARILLO	
Corrosivo	ANARANJADO	

d) Forma de aplicación de los colores. Para los efectos de aplicar los colores de identificación de riesgo a un cilindro, la altura del cilindro debe subdividirse en tres franjas de un tercio de la altura cada una.

La franja del tercio inferior debe estar pintada de color negro. Las franjas del tercio superior y del tercio medio deben estar pintada del color que se específica más arriba.

2.8.9. LAS RADIACIONES IONIZANTES

Este símbolo internacional en forma de trisector indica la presencia real o potencial de radiaciones ionizantes.

2.8.10. CONEXIONES EN EL PANEL DE CONTROL

Para el montaje de instrumentos (tuberías, indicadores, etc.) en un panel de control, deben seguirse también ciertas reglas y normas establecidas.
Primero veamos que características a de tener un panel de control:

- Los paneles y cajas de control local deben ser completamente cerrados.

Estos serán aptos para montaje a pared o sobre estructura diseñadas par su soporte, en función de las dimensiones y de la ubicación.

- Los paneles serán previstos para funciones de: mando y control, para la alimentación de potencia o para una combinación de mando y potencia.

- Los paneles serán constituidos por una estructura de lámina de acero con espesor de 2 mm, completamente cerrada con empaques en las puertas y en las láminas con cierre de bulones, para garantizar que sean completamente herméticos.

- Cuando sea requerido los paneles podrán ser dotados con un techo de una sola plancha, sobresaliente en la parte frontal y pendiente en la parte posterior.

- Los paneles deberán ser suficientemente protegidos de acuerdo a las normas IEC-144;

Para instalación al interior	IP-41
Para instalación al exterior	IP-66
Con puertas abiertas	IP-20

- Donde sea aplicable, será previsto un inter-bloqueo para impedir que se abran las puertas con el interruptor principal cerrado.

- Donde sea requerido, los paneles deberán alojar todos los equipos necesarios para la alimentación y la distribución de potencia, los mandos, las señalaciones y las alarmas locales.

- Donde sea necesario será previsto un interruptor general de alimentación, un transformador auxiliar para los mandos, las alarmas y para la resistencia de calefacción. Estos mismos a su vez serán equipados con voltímetro con respectivos selector, transformador de tensión e interruptor automático.

- Una señalización luminosa indicará que la línea de alimentación está en tensión. Las unidades de arranque de motores deberán ser realizadas por un arrancador (contactor y relé térmico) y un interruptor automático con desconexión automática, aptas para mando a distancia.

- El interruptor automático tendrá que ser mandado desde el exterior del panel.

- Cada transformador auxiliar tendrá que ser protegido por un propio interruptor automático.

- Una alarma global deberá ser prevista para que sea transmitida en sala control.

- El involucro del panel deberá ser dotado de lámina extraíble provista de prensa-cables no oxidables para el paso de los cables.

- Todas las cajas de control local consistirán en estructura de láminas, con empaques en las láminas de cierre con bulones, aptas para ser instaladas al exterior y a prueba de agua y de lluvia.

Además de todo esto es importante mencionar algunas características que las lámparas piloto un elemento muy importante del HMI.

- Las lámparas de señalización deben ser previstas, cuando requerido, para el control del funcionamiento de los equipos y para la señalación de los defectos.

- En serie a cada portalámpara se montará una resistencia o un transformador dimensionados de modo que la lámpara funcione normalmente a tensión reducida det 20 % (19 V) y para tensión de red aumentada del 10 % con respecto a la normal.

- Deberá garantizarse que las protecciones del circuito de control intervengan en caso de cortocircuito en el portalámpara evitando que la protección de la alimentación principal actúe.

- La cobertura debe ser del tipo anti-polvo y equipada con vidrio colorado en policarbonato o similar.

- Las lámparas de señalización deben ser construidas de modo que la sustitución de la lámpara y del vidrio se pueda fácilmente realizar del frontal del panel.

- El color del vidrio de las lámparas tendrá el siguiente significado:

Rojo	incremento, cierre, arranque
Verde	incremento, cierre, arranque
Amarillo	defectos, seccionador de tierra cerrado
Blanco	interruptor extraído, indisponibilidad, señalización general

- Cuando en un armario de control local se requieren señalizaciones y alarmas, éstas deberán ser agrupadas en un panel de señalización para montaje en la parte frontal del armario, del tipo anti-polvo, y con el 20 % de lámparas de señalización de reserva.

- Cada ventana deberá ser realizada en material translúcido blanco, con texto grabado en negro. Será posible llevar a cabo la prueba de las lámparas mediante un pulsador prueba de lámparas.

Tabla 2.15. NEMA, UL and CSA Standards

Control Engineering
March 1, 1999

Enclosure Rating	NEMA National Electrical Manufacturers Association (NEMA 250)	UL Underwriters Laboratories, Inc. (UL 50 and 508)	CSA Canadian Standards Association (C22.2 No. 94-M91)
Type 1	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against the contact with the enclosed equipment.	Indoor use primarily to provide protection against contact with the enclosed equipment and against a limited amount of falling dirt.	General purpose enclosure. Protects against accidental contact with live parts.
Type 2	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against limited amounts of falling water and dirt.	Indoor use to provide a degree of protection against contact with the enclosed equipment and against a limited amount of falling dirt.	Indoor use to provide a degree of protection against dripping and light splashing of noncorrosive liquids, and falling dirt.
Type 3	Enclosures are intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against rain, sleet, windblown dust, and damage from external ice formation.	Outdoor use to provide a degree of protection against windblown dust and windblown rain; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against rain, snow, and windblown dust; undamaged by the external formation of ice on the enclosure.
Type 3R	Enclosures are intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against rain, sleet, and damage from external ice formation.	Outdoor use to provide a degree of protection against falling rain; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against rain, snow; undamaged by the external formation of ice on the enclosure.
Type 4	Enclosures are intended for indoor and outdoor use primarily to provide a degree of protection against windblown dust and rain, splashing water, hose-directed water, and damage from external ice formation.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against falling rain, splashing water, and hose-directed water; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against rain, snow, and windblown dust; splashing and hose-directed water; undamaged by the external formation of ice on the

			enclosure.
Type 4X	Enclosures are intended for indoor and outdoor use primarily to provide a degree of protection against corrosion, windblown dust and rain, splashing water, hose-directed water, and damage from external ice formation.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against falling rain, splashing water, and hose-directed water; undamaged by the formation of ice on the enclosure.; resists corrosion.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against rain, snow, and windblown dust; splashing and hose-directed water; undamaged by the external formation of ice on the enclosure; resists corrosion.
Type 6	Enclosures are intended for indoor and outdoor use primarily to provide a degree of protection against hose-directed water, the entry of water during occasional temporary submersion at a limited depth, and damage from external ice formation.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against entry of water during temporary submersion at a limited depth; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against entry of water during temporary submersion at a limited depth; undamaged by the formation of ice on the enclosure.
Type 12	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against circulating dust, falling dirt, and dripping non-corrosive liquids.	Indoor use to provide a degree of protection against dust, dirt, fiber flyings, dripping water, and external condensation of non-corrosive liquids.	Indoor use primarily to provide a degree of protection against circulating dust, lint, fibers, and flyings; dripping and light splashing of noncorrosive liquids; not provided with knockouts.
Type 13	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against dust, spraying water, oil and non-corrosive liquids.	Indoor use to provide a degree of protection against lint, dust seepage, external condensation and spraying of water, oil, non-corrosive liquids.	Indoor use primarily to provide a degree of protection against circulating dust, lint, fibers, and flyings; seepage and spraying of noncorrosive liquids including oils and coolants.