

## ***CAPITULO I***

### ***INTRODUCCIÓN A LA INSTRUMENTACIÓN***

**1.1.- INTRODUCCIÓN.-** En este nuevo siglo existen diferentes procesos industriales para la fabricación, transformación y acabado de diversos productos, como ser:

- Fabricación de productos derivados del petróleo.
- Productos alimenticios.
- Fundiciones.
- Siderurgia.
- Industria cerámica.
- Industria automovilística.
- Industria textil.
- Industria papelera
- Centrales generadoras de energía eléctrica.
- Tratamientos térmicos.
- Industria de los semiconductores, etc.

Todos estos procesos requieren el control y la medición de magnitudes como: presión, temperatura, caudal de fluidos compresibles e incompresibles, nivel de líquidos, velocidad, humedad, conductividad, pH, posición etc.

Para satisfacer las necesidades de control y automatización de los procesos, se utilizan instrumentos de: medición, control, registro y automatización. Básicamente los instrumentos, permiten conocer que esta sucediendo en un determinado proceso industrial. Por otro lado, los instrumentos liberan al operador de las acciones manuales que realizaban en los procesos industriales.

El constante desarrollo de la tecnología de los instrumentos, conducen al desarrollo de sistemas de control y automatización de los procesos industriales bastante sofisticados e inteligentes.

Con la aplicación de los microprocesadores y microcontroladores en combinación con los diferentes tipos de instrumentos, se desarrollan los instrumentos inteligentes (I/A) y los sistemas inteligentes de control y automatización de procesos industriales, que se tienen ya instalados en las industrias europeas, americanas, japonesas y algunas en el ámbito nacional y local.

Como conclusión se puede indicar que los instrumentos son los elementos de primer nivel (primarios) para la automatización y control riguroso de los diversos procesos industriales modernos y que requieran la poca intervención del ser humano, en especial de los SCADA.

**1.2.- CLASES DE INSTRUMENTOS.-** Los instrumentos de medición y control tanto analógico y digitales se clasifican básicamente de acuerdo con la funcionalidad del instrumento en el proceso (¿Qué hace?) y por el tipo de variable de medición (¿Qué mide?), o sea:

- a) En función del instrumento en el proceso.
- b) Medición de la variable del proceso

**1.2.1.- EN FUNCIÓN DEL INSTRUMENTO EN EL PROCESO.-** Tomando en cuenta la función que desempeñan los instrumentos en un determinado proceso, los mismos pueden subdividirse de la siguiente forma:

- 1) Instrumentos ciegos.
- 2) Instrumentos indicadores.
- 3) Instrumentos registradores.
- 4) Elementos primarios o captores.
- 5) Transmisores.
- 6) Transductores.
- 7) Convertidores.
- 8) Receptores.
- 9) Controladores.

## 10) Elementos finales de control o actuadores.

**1) Instrumentos ciegos.-** Son aquellos que no tienen indicación visible de la variable medida. Ejemplos de estos instrumentos son los transmisores de caudal, de presión, de nivel, de temperatura, Instrumentos de control ON-OFF como son los termostatos, los presostatos, termopares, etc. Como se aprecia en las siguientes figuras:



Solo cumplen con su trabajo sin la necesidad de expresar los cambios graduales de la señal

**2) Instrumentos indicadores.-** Estos instrumentos disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable medida y se conocen como indicadores analógicos. También se tienen indicadores digitales que muestran el valor de la variable en forma numérica con dígitos. Ejemplos de estos instrumentos son los manómetros, indicadores analógicos y digitales de temperatura, presión, caudal, multímetros analógicos y digitales, etc.



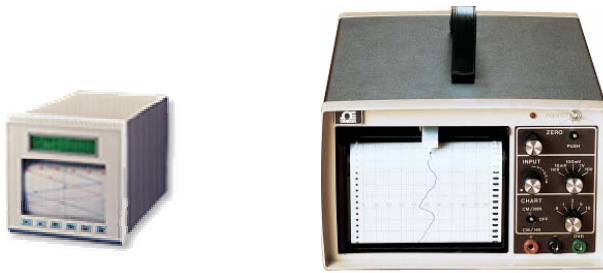
**3) Instrumentos registradores.-** Los registradores registran con trazo continuo o a puntos la variable de medida. Las hojas de registro pueden ser circulares o de gráfico rectangular o alargado de papel continuo, según la forma del gráfico. Los registradores de gráfico circular suelen tener el gráfico de una revolución en 24 horas.



Los registradores de gráfico rectangular tienen una velocidad normal de gráfico de 20 mm/hora. Y pueden ser analógicos o digitales. En los registradores digitales actuales la velocidad del papel continuo es variable y programable.

Los registradores digitales utilizan microcontroladores en su diseño, lo cual los hace programables, utilizan grafos especiales para el registro de las variables y los de última generación vienen con puertos seriales RS-232 y RS 485.

En los sistemas más sofisticados se tiene un registro de la variable vía computadores personales, formando sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) o HMI (Human Machine Interface).



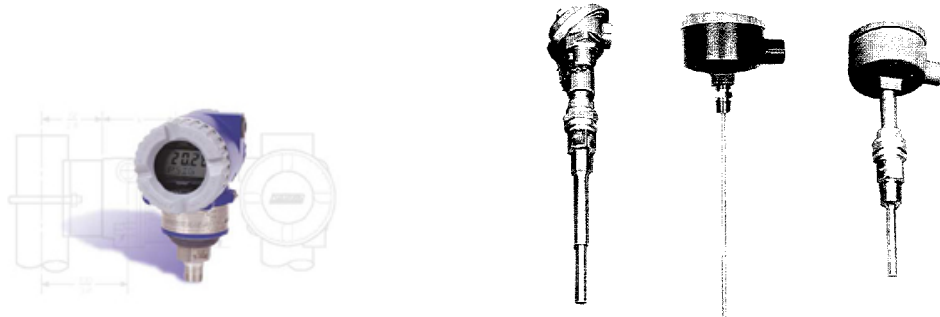
**4) Elementos primarios, sensores o captadores.-** Son aquellos que están en contacto directo con la variable. El efecto producido por el elemento primario puede ser un cambio de presión, fuerza, posición, medida eléctrica. Son también conocidos como sensores = captadores = elementos primarios.

Por ejemplo en los elementos primarios de temperatura de bulbo y capilar, el efecto es la variación de presión del fluido que los llena con la temperatura.

En los termopares el efecto es la variación de fuerza electromotriz con la temperatura.

En los NTC, PTC y termoresistencias Pt 100 es la variación de resistencia con la temperatura.

En un sistema de control, absorben energía del medio controlado para proporcionar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada.

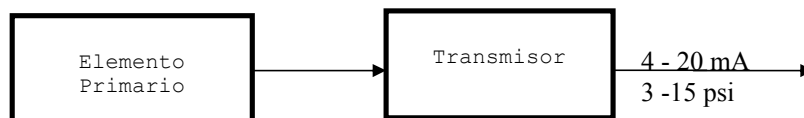


**5) Transmisores.-** Captan la variable del proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de:

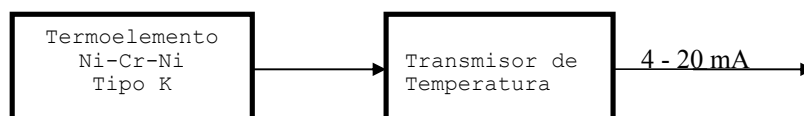
- Señal neumática en el rango de 3 a 15 psi o su equivalente de 0,2 a 1 Kg/cm<sup>2</sup>
- Señal eléctrica o electrónica de 4 a 20 mA de corriente continua y de 0 a 10V de voltaje continuo, también se emplean otras señales eléctricas de de 0 a 20 mA y de -10 V. a 10 V. de c.c.

El elemento primario puede o no formar parte del transmisor, como se aprecia en las siguientes figuras:

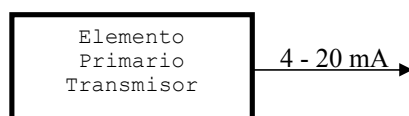
1)



Ejemplo:



2)



Ejemplo: Transmisor de temperatura de bulbo y capilar para aplicación en los termostatos o instrumentos de temperatura. Los transmisores de última generación al margen de generar la señal de 4 a 20mA, se pueden conectar a un bus de campo en base al protocolo RS-485.

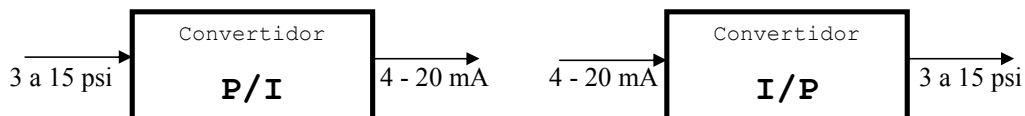


**6) Transductores.-** Son instrumentos que permiten que la energía fluya desde uno o más sistemas de transmisión a otro o varios de los restantes sistemas de transmisión.

El término transductor generalmente se emplea en un sentido restringido para definir un aparato o circuito en el cual la magnitud de una variable física aplicada es convertida en una señal eléctrica que es proporcional a la magnitud de la variable. Un transductor puede ser un elemento primario, un transmisor, un convertidor PP/I (presión de proceso a intensidad) y en el caso más simple un puente de Wheatstone.

**7) Convertidores.-** Son aparatos que reciben una señal de entrada neumática o eléctrica procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar (normalizada). Ejemplos son los convertidores P/I e I/P que convierten la señal de entrada neumática P en señal de salida eléctrica I y viceversa.

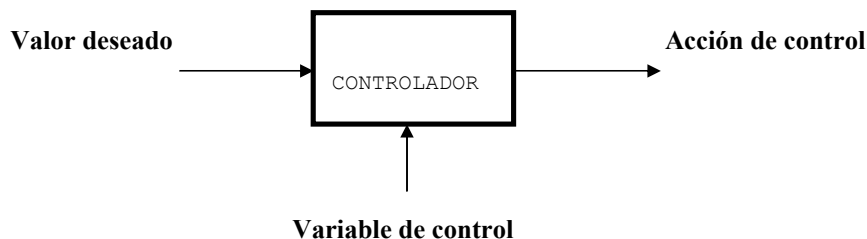
A menudo se confunde el convertidor con transductor, este último término es general y no debe aplicarse a un aparato que convierta una señal de un instrumento. Por ejemplo:



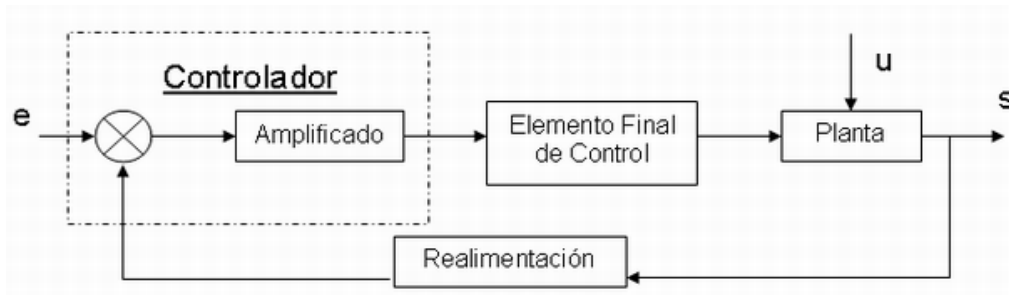
**8) Receptores.-** Estos instrumentos reciben las señales procedentes de los transmisores y los indican o registran. Los receptores controladores envían otra señal de salida normalizada con los valores ya indicados 3 a 15 psi en señal neumática, o de 4 a 20mA c.c. en señal eléctrica que actúan sobre el elemento final de control.

**9) Controladores.-** Comparan la variable controlada que puede ser presión, temperatura, caudal y nivel con un valor deseado (o prefijado o de referencia) y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación o error de control.

La variable controlada la pueden recibir directamente, como controladores locales o bien indirectamente en forma de señal neumática o eléctrica procedente de un transmisor.



La aplicación de un controlador en un sistema de control, se aprecia en la siguiente figura:



**10) Elemento final de control o actuador.**- Reciben la señal del controlador y modifica el valor de la variable controlada o agente de control. En el control neumático, el actuador suele ser una válvula neumática o un servomotor neumático que efectúa una carrera completa de 3 a 15 psi. En el control eléctrico el elemento suele ser una válvula motorizada que efectúa una carrera completa accionada por un servomotor eléctrico el cual es controlada por la señal eléctrica de 4 a 20 mA de c.c. o de 0 a 10V. de c.c.

En el control electrónico de la corriente y voltaje en procesos electrolíticos, en el control de velocidad de motores y en particular en la regulación de temperatura de hornos resistivos, suelen utilizarse rectificadores de silicio controlados SCR (tiristores) de potencia. Estos se encargan de variar la corriente de alimentación a las resistencias del horno.

**1.2.2.- EN FUNCIÓN DE LA VARIABLE DE PROCESO.**- De acuerdo con la medición de la variable del proceso, los instrumentos se clasifican en:

- Instrumentos de temperatura.
- Instrumentos de Presión.
- Instrumentos de Caudal.
- Instrumentos de nivel.
- Instrumentos de densidad y peso específico.
- Instrumentos de humedad y punto de rocío.
- Instrumentos de viscosidad.
- Instrumentos de posición y velocidad.
- Instrumentos de PH.
- Instrumentos de conductividad.
- Instrumentos de frecuencia.
- Instrumentos de fuerza.
- Instrumentos de turbidez, etc.

Esta clasificación corresponde específicamente al tipo de las señales medidas, independiente del sistema empleado en la conversión de la señal de proceso.

En la designación e identificación de los instrumentos se utiliza las dos clasificaciones expuestas anteriormente. Por ejemplo, se identifican como:

- Transmisores ciegos de presión.
- Controladores registradores de temperatura.
- Receptores indicadores de nivel.
- Receptores controladores registradores de caudal.
- Conversor de medida de temperatura.
- Indicadores de temperatura.

Un aspecto bastante importante que no se debe perder de vista, es que en los instrumentos conversores de medida se utiliza en forma normalizada y estándar las señales de:

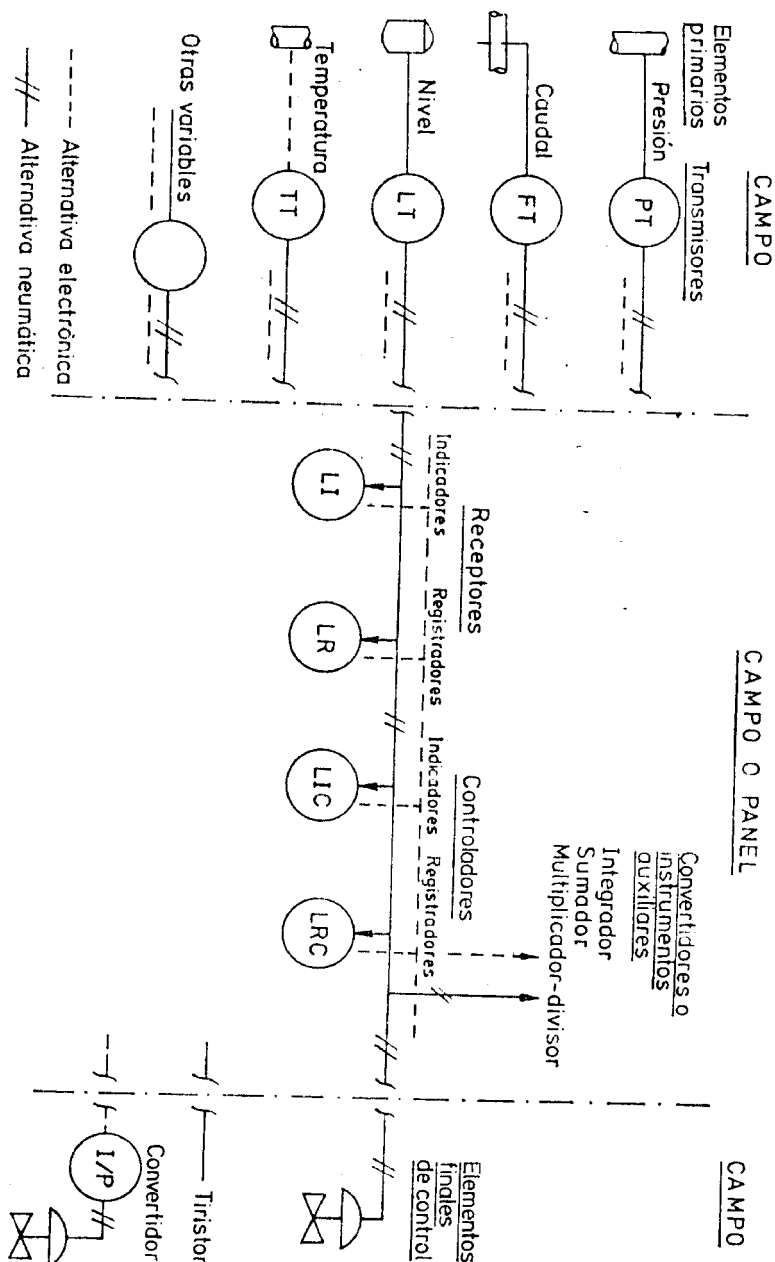
- 4 a 20 mA en los sistemas electrónicos y eléctricos (Nivel industrial)
- 0 a 10 V. en los sistemas electrónicos y eléctricos (Nivel Laboratorio)
- 3 a 15 psi en los sistemas neumáticos

**1.3.- MONTAJE DE LOS INSTRUMENTOS.**- En el montaje de los diversos instrumentos, se consideran los siguientes tipos de montaje básico:

- Instrumentos de campo.
- Instrumentos de panel.

**Los instrumentos de campo**, son los instrumentos locales, situados en el proceso o en sus proximidades, es decir, en tanques, tuberías, secadores, hornos reverberos, hornos eléctricos, compresores, etc.

**Los instrumentos de panel**, son los instrumentos montados en paneles, armarios, flujogramas (flow charts), pupitres de mando y control o en centros de gestión, mando y control computarizados, situados en salas aisladas o en zonas de proceso. En la siguiente figura se observa los instrumentos descritos:



**1.4.- NORMAS DE IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS.**- Para designar y representar los instrumentos de medición, indicación, registro, control, automatización y SCADA, en la mayoría de las industrias del país predomina la norma ISA (ISA = Instrument Society of America) Sociedad de Instrumentos de Estados Unidos para la designación, identificación, montaje e instalación de diferentes tipos de instrumentos analógicos, digitales y de control numéricos.

Las normas tienen por objeto establecer códigos y símbolos, para designar e identificar los

instrumentos en todo tipo de industrias, como ser:

- Fundición.
- Petroquímicas y químicas.
- Aire acondicionado
- Manufactura, etc.

A continuación se proporciona un resumen de las normas ISA.

**NORMAS ISA-S5.1** sobre Instrumentación de Medición y Control, de ANSI/ISA de 1984 anterior ANSI Y32.2.

**NORMAS ISA -S5.2** sobre Símbolos de Operaciones binarias de procesos (Binary Logic Diagrams for Process Operation de 1978)

**NORMAS ISA -S5.3** Símbolos de sistemas de Microprocesadores con control compartido (Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer - Systems 1982)

### 1.5. RESUMEN DE LA NORMA ISA-S5.1.- Para instrumentación de medición y control.

Generalidades

A) Cada instrumento debe identificarse con sistema de letras que lo clasifique funcionalmente. Una identificación representativa es la siguiente:

T R C		2 A	
Primera letra	Letras Sucesivas	Número de bucle	Sufijo (no se usa Normalmente)
Identificación funcional		Identificación del bucle	

B) El número de letras funcionales para un instrumento debe ser mínimo, no excediendo de cuatro. Para ello conviene:

- a) Disponer las letras en subgrupos, por ejemplo, un transmisor registrador de relación de caudales con un interruptor de alarma de relación de caudales puede identificarse con dos círculos uno con FFRT-3 y el otro FFS-3.
- b) En un instrumento que indica y registra la misma variable medida puede omitirse la letra I (indicación).
- c) Los bucles de instrumentos de un proyecto o secciones de un proyecto deben identificarse con una secuencia única de números.  
Esta puede empezar con el número 1 o cualquier otro número convencional, tal como 301 o 1201 que puede incorporar información codificada tal como área de planta.
- d) Si un bucle dado tiene más de un instrumento con la misma identificación funcional, es preferible añadir un sufijo, ejemplo FV-2A, FV-2B, FV-2C, etc., o TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3, etc. Estos sufijos pueden añadirse obedeciendo a las siguientes reglas:

- 1.- Deben emplearse letras mayúsculas: A, B, C, etc.
- 2.- En un instrumento tal como un registrador de temperatura multipunto que imprime números para identificación de los puntos, los elementos primarios pueden numerarse TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3, etc.
- 3.- Las subdivisiones interiores de un bucle puede designarse por sufijos formados por letras y números.
- 4.- Un instrumento que realiza dos o más funciones puede designarse por todas sus funciones. Por ejemplo, un registrador de caudal FR-2, con pluma de presión PR-4 se designa preferentemente FR-2/PR-4 o bien UR-7; un registrador de presión de dos plumas como PR-7/8 y una ventanilla de alarma para temperatura alta y baja como TAH/L-9.
- 6.- Los accesorios para instrumentos tales como rotámetros de purga, filtros manorreductores y potes de sello que no están representados explícitamente en un diagrama de flujo, pero que

necesitan una identificación para otros usos deben tenerla de acuerdo con su función y deben emplear el mismo número del bucle que el del instrumento asociado. Alternativamente, los accesorios pueden emplear el mismo número de identificación que el de sus instrumentos asociados, pero con palabras aclaratorias si ello es necesario.

Por consiguiente, una brida para una placa orificio FE-7 debe designarse como FX-7 o bien como FE-7 brida. Un rotámetro regulador de purga asociado con un manómetro PI-8 debe identificarse como FICV-8, pero puede también marcarse PI-8 purga. Una sonda empleada con un termómetro TI-9 será TW-9, o bien, TI-9 sonda.

**1.5.1. LETRAS DE IDENTIFICACION.-** La siguiente tabla muestra las letras de identificación: referente a esta tabla se tienen las siguientes reglas:

## LETRAS DE IDENTIFICACION

1ra. Letra		Letras Sucesivas		
variable de medida (3)	letra de identificación	Función de Lectura pasiva	Función de Salida	Letra de Modificación
<b>A</b> Analisis (4)	Relación (3)	Alarma	Libre (1) Control Vidrio (8)	Libre (1)
<b>B</b> Llama (Quemador)		Libre (1)		
<b>C</b> Conductividad		Diferencial (3)		
<b>D</b> Densidad o peso Específico		Elemento Primario		
<b>E</b> Tensión (f.e.m.)				
<b>F</b> Caudal	Exploración (6)		Estación de Control	Alto (6) (13) (14)
<b>G</b> Calibre				
<b>H</b> Manual				
<b>I</b> Corriente Eléctrica		Indicación (9) o Indicador		
<b>J</b> Potencia				
<b>K</b> Tiempo	Integración (3)	Luz Piloto (10)	Libre	Bajo (6) (13) (14) Medio (6) (13) Libre
<b>L</b> Nivel				
<b>M</b> Humedad				
<b>N</b> Emergencia		Libre		
<b>O</b> Libre (1)		Orificio		
<b>P</b> Presión o vacío	Seguridad (7)	Punto de prueba	Interruptor	Multifunción (11)
<b>Q</b> Cantidad				
<b>R</b> Radiactividad		Registro		
<b>S</b> Velocidad o Frecuencia				
<b>T</b> Temperatura				
<b>U</b> Multivariable		Multifunción (11)	Multifunción (11)	Sin clasificar
<b>V</b> Viscosidad			Válvula	
<b>W</b> Peso o Fuerza		Vaina		
<b>X</b> Solenoide		Sin clasificar	Sin clasificar	
<b>Y</b> Vibración			Relé o Computador (12)	
<b>Z</b> 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 módulo de elasticidad y como sucesiva un telescopio.
- (2) La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilicen sólo una vez o un número limitado de veces. Se recomienda que su significado figure en el exterior del círculo de identificación del instrumento. Ejemplo XR-3 registrador de vibración.
- (3) Cualquier letra primera si se utiliza con las letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (integración) o cualquier combinación de las mismas cambia su significado para representar una nueva variable medida. Por ejemplo, los instrumentos TDI y TI miden dos variables distintas, la temperatura diferencial y la temperatura respectivamente.
- (4) La letra A para análisis, abarca todos los análisis no indicados en la tabla de letras de identificación, 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 primeras letras, es opcional.
- (6) El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo e intermedio y exploración, es preferible pero opcional.
- (7) El término seguridad, debe aplicarse sólo 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 ser PCV, pero si esta misma válvula se emplea contra condiciones de emergencia, se designa PSV.
- (8) La letra de función pasiva vidrio, se aplica a los instrumentos que proporcionan una visión directa no calibrada del proceso.
- (9) La letra indicación se refiere a la lectura de una medida real de proceso. No se aplica a la escala de ajuste manual de la variable si no hay indicación de esta.
- (10) Una luz piloto que es parte de un bucle de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra sucesiva L. Por ejemplo, una luz piloto que indica un período de tiempo determinado se designara KL. 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 EL, suponiendo que la variable medida adecuada es la tensión, o bien XL, suponiendo que la luz es excitada por los contactos eléctricos auxiliares del arrancador del motor, o bien simplemente L. La actuación de la luz piloto puede ser acompañada por una señal audible.
- (11) El empleo de la letra U como multifunción en lugar de una combinación de otras letras, es opcional.
- (12) Se supone que las funciones asociadas con el uso de la letra sucesiva Y se definirán en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlo así.
- (13) Los términos alto, bajo y medio o intermedio deben corresponder a valores de la variable medida, no a los de la señal a menos que se indique de otro modo. Por ejemplo, una alarma de nivel alto derivada de una señal de un transmisor de nivel de acción inversa debe designarse LAH incluso aunque la alarma sea actuada cuando la señal cae a un valor bajo.
- (14) Los términos alto y bajo, cuando se aplican a válvulas, o a otros dispositivos de cierre-apertura, se definen como sigue:
  - Alto: indica que la válvula está, o se aproxima a la posición de apertura completa.
  - Bajo: denota que se acerca o esta en la posición completamente cerrada.

**1.5.2 SÍMBOLOS DE LOS INSTRUMENTOS.-** A continuación se dan los símbolos a emplear en los planos y dibujos de representación de instrumentos en los procesos industriales.

\_\_\_\_\_ Conexión a proceso o enlace mecánico, o  
alimentación de instrumentos

\_\_\_\_//\_\_\_\_//\_\_\_\_// Señal neumática o señal sin definir en una línea de proceso.

----- Señal eléctrica o electrónica.

—X—X—X— Tubo capilar.

—|—|—|— Señal hidráulica.

—~—~—~— Señal electromagnética o sónica (sin hilo ni tubo).

Se sugieren las siguientes abreviaturas para representar el tipo de alimentación.

**AS** Alimentación de aire (Air Supply)

**ES** Alimentación eléctrica

**GS** Alimentación de gas

**HS** Alimentación hidráulica


**NS** Alimentación de nitrógeno.


**SS** Alimentación de vapor


**WS** Alimentación de agua.

### 1.5.3. SÍMBOLOS GENERALES.-

#### Instrumentos para una variable de salida

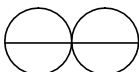
 Instrumento montaje Local


 Instrumento montaje en panel

 Instrumento montaje detrás del panel

#### Instrumentos para dos variables medidas

 Montaje Local

 Montaje en panel

 Montaje detrás de panel auxiliar

**EJEMPLOS DE APLICACIÓN**

**EJEMPLO 1:** En el siguiente flujograma de proceso, identificar:

- a) Los tipos de instrumentos presentes en el proceso industrial.
- b) Los tipos de señal que se utilizan en el proceso
- c) Tipo de montaje

### 1.6. **RESUMEN NORMAS ISA-S5.2.**- Símbolos de operaciones binarias de procesos:

Esta norma lista los símbolos lógicos que representan operaciones de proceso binarias realizadas por cualquier clase de Hardware, sea eléctrico, neumático, hidráulico u otro.

La existencia de una señal lógica puede corresponder físicamente a la existencia o no de una señal de instrumentos, dependiendo del tipo particular de sistema de hardware y de la filosofía del diseño del circuito. Por ejemplo, el proyectista puede diseñar una alarma de alto caudal para que sea accionada por un interruptor eléctrico en el que los contactos abran, o bien cierren, cuando el caudal es alto. Por lo tanto, la condición de caudal alto puede ser representada físicamente por la ausencia o por la presencia de una señal eléctrica.

El flujo de información esta representado por líneas que interconectan estados lógicos. La dirección normal del flujo es de izquierda a derecha o de arriba abajo. Para mayor claridad del diagrama, y siempre que sea necesario, pueden añadirse flechas a las líneas de flujo.

Es posible que una condición lógica específica no sea comprendida cuando trate una aparato con dos estados alternativos específicos. Por ejemplo, si una válvula no esta cerrada, puede ser debido a que la válvula está totalmente abierta, o bien a que la válvula no esta cerrada y está en una posición intermedia entre casi cerrada y totalmente abierta. La interpretación literal del diagrama indica que la segunda posibilidad es correcta.

En las válvulas todo-nada el diagrama debe especificar exactamente la proyectado. De este modo, si la válvula debe estar abierta, así debe establecerse; no debe indicarse que la válvula no está cerrada. En contraste, un dispositivo tal como una bomba accionada por un motor, siempre esta funcionando parada salvo algunas situaciones especiales. El señalar que una bomba no esta funcionando significa que está parada.

Las siguientes definiciones se aplican a los aparatos que tienen posiciones abiertas, cerradas o intermedias:

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

En un sistema lógico que tenga un estado de entrada derivado de modo inferencial o indirecto, puede representarse una condición que conduzca a una conclusión errónea. Por ejemplo, la suposición de que existe caudal si una bomba esta excitada, puede ser falsa porque una válvula puede estar cerrada, o porque el eje de la bomba este roto o por otra causa.

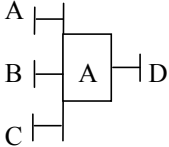
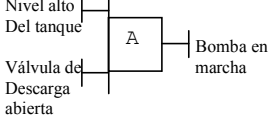
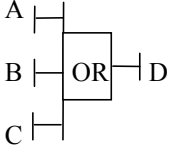
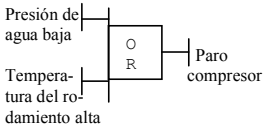
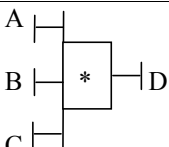
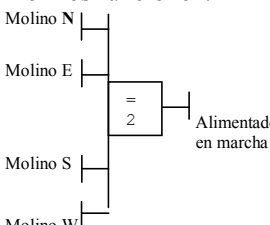
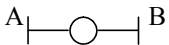
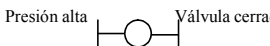
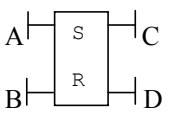
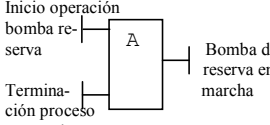
La pérdida de alimentación (eléctrica, neumática u otra) a memorias o a otros elementos lógicos, puede afectar la operación del proceso, por lo que la fuente de alimentación o su pérdida debe entrarse como entrada lógica del sistema o a los elementos lógicos individuales. En las memorias, la fuente de alimentación puede entrarse como una entrada lógica o en la forma indicada en los diagramas. También puede ser necesario mostrara el efecto de la restauración de la alimentación.

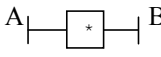
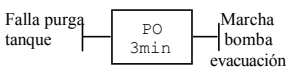
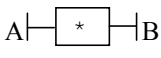
### DEFINICIONES

En la tabla que aparecen representan y definen los símbolos lógicos, los símbolos con tres entradas A, B y C son típicos de funciones lógicas con cualquier número de dos o mas entradas. En las tablas de verdad, 0 indica la no existencia de la entrada lógica o de la señal de salida o el estado dado en la cabecera de la columna, 1 indica la existencia de la señal de salida o estado de entrada lógica como resultado de las entradas lógicas apropiadas.

**TABLA DE SIMBOLOS LÓGICOS**

<b>Función</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Definición y tabla de verdad</b>	<b>Ejemplo</b>
Entrada (Input)	(Entrada) └─	Entrada secuencia lógica	Arranque manual de la inyección └─
Salida (Output)	(Salida) └─	Salida secuencia lógica	Para extracción └─

Y (AND)		D solo existe mientras estén presentes A, B y C	<p>La bomba esta en marcha si el nivel es alto y la válvula de carga esta abierta.</p> 
Y (OR)		D solo existe mientras esté presente una o más entradas A, B y C	<p>Paro del compresor si la presión del agua de refrigeración es baja o si la temperatura de los rodamientos es alta.</p> 
O Cualificada	 <p>* Insertar número de entradas.</p>	D solo existe mientras estén presentes un número especificado de entradas A, B y C	<p>Alimentador en marcha mientras dos y dos molinos funcionen.</p> 
NO (NOT)		D solo existe mientras la entrada A no existe	<p>Cerrar válvula solo mientras la presión no es alta.</p> 
MEMORIA DE FLIP – FLOP	 <p>* Si la salida D no existe no debe mostrarse.</p>	<p>S indica implantar memoria y R restaurar memoria.</p> <p>La salida C existe tan pronto A existe y continua existiendo, independientemente del estado de A, hasta el reset de la memoria, es decir, termina ante la existencia de B, C permanece terminado, independientemente del estado de B, hasta que A implanta la memoria.</p> <p>Si se emplea la salida D, ésta existe si C no existe, y D no existe cuando C existe.</p> <p>La pérdida de alimentación se representa añadiendo la letra S.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LS pérdida de memoria</li> <li>- MS memoria mantenida</li> <li>- NS no significativo, sin preferencia</li> </ul>	<p>Si se inicia la operación de la bomba de reserva, ésta debe ponerse en marcha aunque falle la alimentación del circuito lógico, hasta que termina la secuencia del proceso. La bomba debe estar en marcha si existen los mandatos START y STOP.</p> 

ELEMENTO DE TIEMPO	 <p>* Insertar símbolo</p>	<p>D solo existe mientras la entrada A no existe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DI</b> Retarda la iniciación de la salida. La existencia continua de A durante un tiempo especificado causa la existencia de B cuando el tiempo expira. B termina cuando A termina.</li> <li>- <b>DT</b> Retarda la terminación de la salida. La existencia de A causa la existencia inmediata de la salida B. B termina cuando A ha terminado y no ha existido durante un tiempo especificado.</li> <li>- <b>PO</b> Impulso de salida. La existencia de A causa la existencia inmediata de B; B existe durante un tiempo especificado, independientemente del estado de A, y a continuación, termina</li> </ul>	<p>Si falla la purga del tanque, aunque sea momentáneamente, operar la bomba de evacuación durante 3 minutos y a continuación pararla.</p> 
ESPECIAL	 <p>* Insertar requerimientos lógicos especiales.</p>	<p>La salida B existe con una relación lógica a la entrada A del modo establecido en requerimientos especiales.</p>	

### 1.7. RESUMEN NORMA ISA-S5.3.- Símbolos de sistemas microprocesador con control compartido (redes).

El objeto de esta norma es documentar los instrumentos formados por ordenadores, controladores programables, miniordenadores y sistemas a microprocesador que disponen de control compartido, visualización compartida y otras características de interfase. Los símbolos representan la interfase con los equipos anteriores de la instrumentación de campo, de la instrumentación de la sala de control y de otros tipos de hardware.

El tamaño de los símbolos debe ser conforme a la norma ISA-S5.1, a la que complementa:

### SÍMBOLOS DE VISUALIZACION DE CONTROL DISTRIBUIDO/COMPARTIDO

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



1. Visualización compartida.
2. Visualización y control compartidos.
3. Acceso limitado a la red de comunicaciones
4. Interfase del operador en la red de comunicaciones .

2.- Dispositivo de interfase auxiliar del operador.



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

3.- No accesible normalmente al operador.

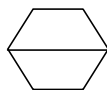


1. Controlador ciego compartido.
2. Visualización compartida instalada en campo.
3. Cálculo, acondicionamiento de señal en controlador compartido.
4. Puede estar en la red de comunicaciones.
5. Normalmente operación ciega.
6. Puede ser alterado por la configuración.

### SÍMBOLOS DEL ORDENADOR

Se utilizan cuando los sistemas incluyen componentes identificados como ordenadores, diferentes de un procesador integral que excita las varias funciones de un sistema de control distribuido. El componente ordenador puede ser integrado en el sistema, vía la red de datos o puede ser un ordenador aislado.

4.- Normalmente accesible al operador-indicador/controlador/registrador o punto de alarma. Utilizando usualmente para indicar la pantalla de video.



5.- Normalmente no accesible al operador.



1. Interfase entrada/salida.
2. Cálculo / acondicionamiento de señal dentro de un computador.
3. Puede usarse como controlador ciego o como módulo de cálculo de software.

### SÍMBOLOS DE CONTROL LÓGICO Y SECUENCIAL

6.- Símbolo general. Para complejos no definidos interconectando control lógico o secuencial.



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



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

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



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

### SÍMBOLOS DE FUNCIONES INTERNAS DEL SISTEMA

9.- Cálculo / acondicionamiento de señal



1. Para identificación de bloques consulte ISA-S5.1. Designaciones de funciones para relés.
2. Para requerimientos de cálculo amplios, use la designación "C". Escriba aclaraciones en documentación suplementaria.
3. Utilizado en combinación con válvulas de alivio según ISA-S5.1.

## SÍMBOLOS COMUNES

### 10.- Red del sistema.

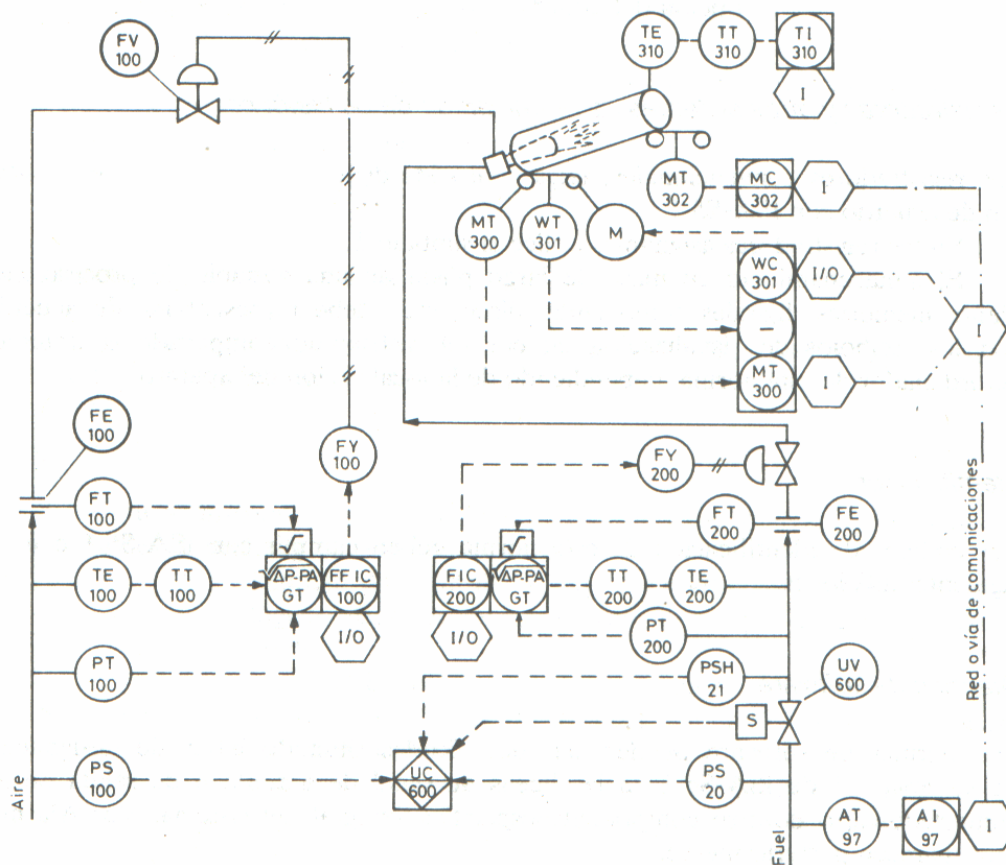
-----○-----○-----○-----

1. Usado para indicar una red de software, o conexiones entre funciones suministradas en el sistema del fabricante.
2. Alternativamente, la red puede ser mostrada implícitamente por símbolos contiguos.
3. Puede utilizarse para indicar una red de comunicaciones a opción del usuario.

**EJEMPLO 2:** En el siguiente flujograma de proceso, identificar:

- a) Los tipos de instrumentos presentes en el proceso industrial.
- b) Los tipos de señal que se utilizan en el proceso
- c) Tipo de montaje

### PROCESO DE COMBUSTION





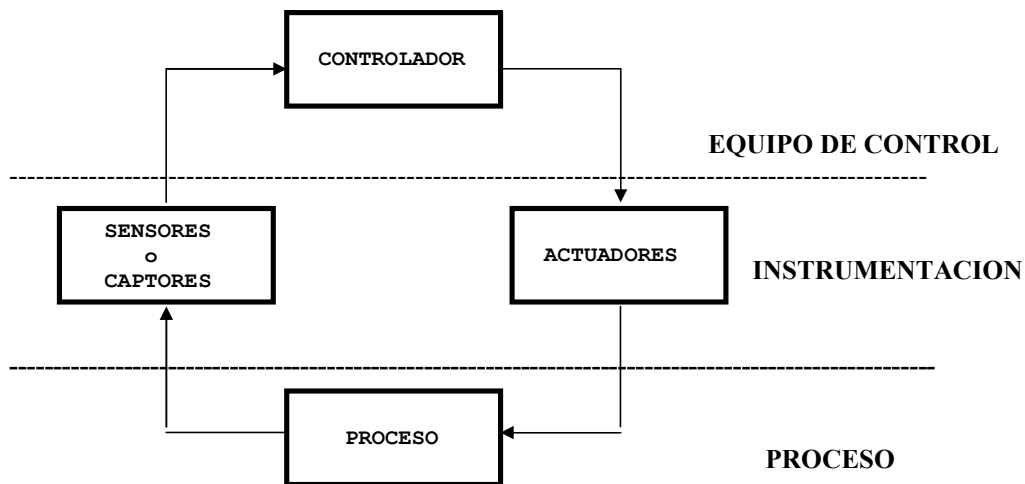
**1.8.- INSTRUMENTACION EN SISTEMAS DE CONTROL Y DE AUTOMATIZACIÓN.-**

La instrumentación es una parte importante y fundamental en los sistemas de control y de automatización.

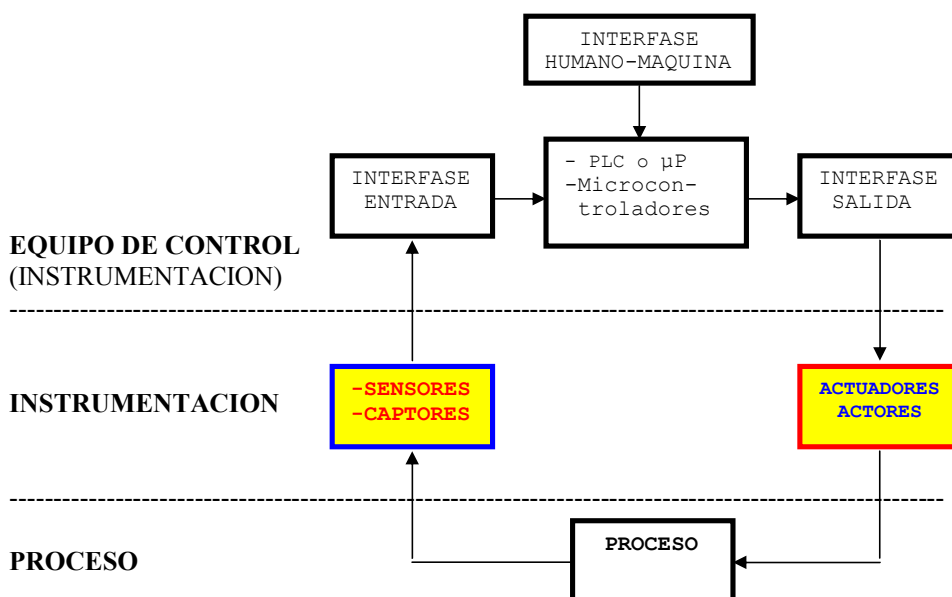
Los sistemas de control y de automatización, básicamente se componen de tres elementos:

- Proceso.
- Instrumentación.
- Equipo de control.

Tal como se aprecia en los siguientes diagramas:

**a) Sistema de control y de automatización analógico:**

La toma de señales del proceso se realiza mediante los sensores o captosres, es procesada por el controlador y transmitida a los actuadores para realizar las acciones de control en el proceso y de esta manera ejecutar el control del proceso.

**b) Sistema de control y automatización digital:**

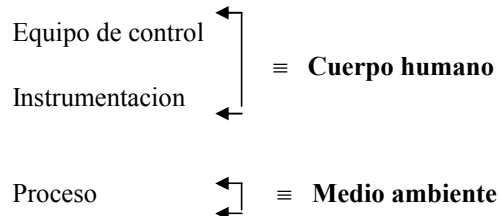
En los sistemas de control y de automatización, la instrumentación es el conjunto de sensores y

actuadores que permiten que un proceso pueda ser visto y manipulado.

Los **sensores** son elementos que transforman variables físicas del proceso, en señales eléctricas. Existen sensores de diversos tipos como ser: sensores de temperatura, presión, flujo, humedad, peso, etc.

Los **actuadores** son elementos que transforman las señales eléctricas en variables físicas. Los actuadores más utilizados son los motores, servomotores, cilindros, válvulas, relés, etc., los mismos actúan o toman acciones sobre el proceso.

**1.9.- ANALOGÍA CON EL CUERPO HUMANO.-** Un sistema de control es similar al cuerpo humano comparándola de la siguiente forma:



CUERPO HUMANO	SISTEMA DE CONTROL
CEREBRO	EQUIPO DE CONTROL PC + $\mu$ P + INTERFASE I/O (Input/Output)
OJOS (VISION) , NARIZ (OLFATO) , PAPILAS GUSTATIVAS (SABOR) OIDOS (AUDIO)	SENSORES
MANOS (MANEJO) , PIES (LOCOMOCIÓN)	ACTUADORES

El comportamiento, alcances, acciones y reacciones de un ser humano esta determinado por nuestro coeficiente intelectual y emocional, la manera en que fue programado (genes, educación) y la calidad de los sensores y actuadores.

Esta analogía ayuda a comprender y sentir mas de cerca la importancia de la instrumentación: sensores y actuadores.

**1.10.- SEÑALES DISCRETAS Y ANALÓGICAS.-** Las señales que se manejan en los sistemas de control y en la instrumentación se dividen en dos grandes categorías:

- Señales discretas.
- Señales análogas o analógicas.

Las señales discretas están relacionadas con las señales digitales, que manejan dos estados definidos que son el "0" y "1": 0 = OFF y 1 = ON (0 = 0V. y 1 = 5V. para TTL C.I.), estas señales son procesadas por los computadores PC, microprocesadores  $\mu$ P, microcontroladores  $\mu$ C, Controladores lógicos programables PLCs o cualquier otro sistema inteligente que maneje señales digitales.

Las señales analógicas se relacionan con el manejo de señales eléctricas de 4 a 20mA y señales neumáticas de 3 a 15 psi, las cuales son estándar de la industria.

**1.11.- INSTRUMENTOS DISCRETOS O DIGITALES.-** Se definen como instrumentos discretos como aquellos que trabajan con solamente dos estados: encendido/apagado, ON/OFF, 1 y 0.

**1.11.1.- SENSORES DISCRETOS.-** Los sensores discretos son aquellos que trabajan con

solamente dos estados: encendido o apagado (1 o 0 en términos lógicos).

Los valores eléctricos que pueden tomar las señales discretas son:

0	1
0	110 V.a.c.
0	220 V.a.c.
0	24 V.d.c.
0	5 V.d.c. (TTL)
-12	+12 V.d.c. (CMOS)

En la actualidad los mas utilizados en la industria con relación a la instrumentación son los tres primeros (110, 220 V.a.c. y 24 V.d.c.)

Ejemplos de sensores discretos de entrada y salida son:

- Pulsadores NC y NA
- Limit Switches (interruptores):
  - Mecánicos
  - Inductivos
  - Capacitivos
  - Fotoeléctricos
  - Láser
- Switches de presión (presostatos)
- Switches de flujo.
- Switches de Nivel.
- Switches de temperatura.(termostatos)

**1.11.2.- ACTUADORES DISCRETOS.-** Ejemplos de los actuadores discretos son:

- Indicadores
- Válvulas ON/OFF de diferentes tipos:
  - Solenoides (electromagnéticas).
  - Eléctricas.
  - Hidráulicas.
  - Neumáticas.
- Contactores y relés.
- Cilindros hidráulicos y neumáticos.
- Motores

**1.12.- INSTRUMENTOS ANALÓGICOS.-** Se definen como instrumentos análogos o analógicos: como aquellos que tienen un número infinito de estados. El nombre de análogos derivan de que realizan una "analogía" eléctrica del fenómeno físico con en cual están relacionados.

Estos instrumentos presentan un rango continuo de estados, por ejemplo: 4.00, 4.01, 4.02, 4.03...

Los valores eléctricos electrónicos que se utilizan en instrumentación son los siguientes:

- Eléctricos y electrónicos.
  - 4 a 20 mA. d.c.
  - 0 a 20 mA. d.c.
  - 1 a 5 V.d.c.
  - 0 a 10 V.d.c.
  - -10V a +10V.d.c.
- Neumáticos
  - 3 a 15 psi.
  - 0.2 a 1 Kg/cm<sup>2</sup>

Los valores estándar mas utilizados en la industria para la instrumentación son las señales analógicas

de 4 a 20mA. y 0 a 10 V.d.c. en los sistemas eléctricos y electrónicos. De 3 a 15 psi en los sistemas neumáticos y electronemáticos.

**1.12.1.- SENSORES Y ACTUADORES ANALÓGICOS.**- Entre los sensores y actuadores analógicos se tienen:

**SENSORES DE ENTRADA:**

- Termopares.
- RTDs.
- Sensores de nivel.
- Sensores de presión.
- Sensores de flujo.
- Sensores de humedad.
- Sensores de PH.
- Sensores de Peso.
- Sensores de desplazamiento, velocidad y otros.

**ACTUADORES DE SALIDA:**

- Servomotores de corriente continua y alterna
- Servomotores neumáticos
- Válvulas eléctricas analógicas.
- Actuadores neumáticos e hidráulicos.
- Variadores de velocidad.
- Arrancadores suaves (Soft starters)
- Drivers.
- Equipos de electrónica de potencia

**1.12.2.- OTROS INSTRUMENTOS ANALÓGICOS.**-

Se tienen:

- Transmisores de presión, nivel, temperatura, caudal, velocidad, posición, Ph y otros.
- Indicadores de diferentes tipos de variables.
- Registradores digitales y analógicos
- Controladores digitales y analógicos.
- Controladores lógicos programables.