

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCION Y OBJETIVOS DEL CAPITULO

En este capítulo se introduce un concepto de transductor, aplicaciones y características. Se justifican las variables que se van a estudiar y se analizan los sistemas de instrumentación. Además, se estudia el Sistema Internacional de unidades (SI), Clases de Instrumentos, Características de Instrumentos y Simbología e Identificación de Instrumentos.

Al terminar de estudiar este capítulo se deberá ser capaz de:

- Entender el concepto de transductor.
- Describir los diferentes elementos de un sistema de instrumentación.
- Utilizar el Sistema Internacional de unidades.
- Listar las características, o especificaciones estáticas y dinámicas de un sistema de instrumentación.
- Definir las características de un sistema de instrumentación.
- Leer, comprender e interpretar planos de instrumentación.

1.2 TRANSDUCTORES

Los fenómenos asociados a los cambios en algún proceso se manifiestan en alteraciones de orden físico-químico, que se advierten por la modificación de uno o varios de los parámetros ligados al proceso. La identificación del parámetro modificado, la

cuantificación precisa de su variación o relación de variación ha de establecerse continuamente para predecir y controlar adecuadamente el proceso.

Frecuentemente se recurre a la utilización de múltiples técnicas para convertir la magnitud del parámetro cambiante en una magnitud eléctrica equivalente, en razón de la facilidad para medir, transmitir, registrar y almacenar la información. La tendencia a desarrollar preferentemente técnicas eléctricas, se asocia a la capacidad de ésta respecto a otras técnicas como la neumática e hidráulica, para adaptarse convenientemente a la naturaleza de los parámetros más comunes tales como presión, nivel de líquidos, flujo y temperatura, y adecuar la señal eléctrica resultante para el empleo de la amplia gama de instrumentos y dispositivos de control existentes.

Como requisito fundamental, la conversión del parámetro original deberá proporcionar una señal eléctrica de elevada calidad de información que permita caracterizar, en la forma más exacta, el proceso que está siendo evaluado o diseñado.

1.2.1 Definición

Un transductor es un dispositivo que al ser excitado por la energía del sistema en el que se encuentra inmerso, proporciona energía en la misma forma o en otra de diferente naturaleza a un segundo sistema para su posterior utilización. La transmisión de energía puede ser de naturaleza eléctrica, mecánica, química, óptica o térmica, y para que el dispositivo sea adecuado para aplicaciones prácticas, ha de existir una relación conocida y útil entre la entrada (variable) y la señal de salida del transductor, figura 1.1. Un caso particular es un transductor eléctrico, el cual convierte la magnitud de la variable de entrada a una señal eléctrica que es proporcional a la magnitud de la variable aplicada. La naturaleza de la señal eléctrica depende del principio básico utilizado en su diseño. La salida puede ser análoga, digital, modulada en frecuencia entre otras.



Figura 1.1 Transductor Generalizado

1.2.2 Aplicaciones

Los transductores son aplicados en un amplio campo de actividades en la industria y en la investigación. Sus aplicaciones generales se pueden resumir así:

Monitoreo de procesos que proporcionan datos en línea que permiten a un operador hacer medición y/o ajustes para controlar automáticamente el proceso.

1.2.3 Características

En general, un transductor debe tener las siguientes características:

- Intercambiable.
- Exacto sobre un amplio rango de temperatura.
- Debe medir con exactitud la magnitud de la variable.
- Reproducir con exactitud el evento físico en función del tiempo.
- Debe reproducir con exactitud todo el rango de frecuencia del fenómeno físico.
- Debe reproducir la salida con exactitud en ambientes extremos de humedad, temperatura, choque ó vibración.
- Debe proveer una señal compatible con el acondicionador de señal.
- Debe ser "robusto" y "simple", de modo de ser usado por personal sin experiencia.

Adicionalmente, en diseño de transductores se busca:

- Transductor y acondicionamiento de señal en un solo dispositivo.

- Reducir costo y tamaño.
- Sensores digitales, directamente compatible con el computador.

1.2.4 Selección

En mediciones se debe tener una idea clara de los requisitos exigidos antes de realizar cualquier medición física, por lo que, al hacer cualquier selección de transductores se deben conocer: los principios físicos de la variable a estudiar, los dispositivos de medición, sus principios de operación y su dominio de aplicación. También se debe tener un estimado confiable de los resultados y, además, no se debe adquirir ningún equipo de medición sin analizar cada caso en particular y hacer consideraciones respecto a futuras aplicaciones.

1.2.5 Variables a Estudiar

Debido a la gran aplicabilidad en la industria e investigación, las variables que se van a estudiar son: presión, nivel de líquidos, flujo y temperatura. Para la medición y/o control de estas variables, se estudiarán los principios físicos de transferencia de energía de los transductores más utilizados en la industria.

Antes de comenzar el estudio de transductores industriales, se analizará su ubicación dentro de un sistema de instrumentación. Luego se estudiará el Sistema Internacional “SI” de unidades con la finalidad de unificar criterios en cuanto al uso de las mismas y para finalizar este capítulo, se hará una clasificación, identificación y simbología de instrumentos.

1.3 SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN

Los sistemas de instrumentación constituyen una extensión de las habilidades humanas para medir, comunicar o calcular. En la mayoría de los casos permiten la determinación del valor de una cantidad desconocida que no podría medirse solamente con las facultades sensoriales del hombre.

Típicamente un sistema de instrumentación mide y visualiza una variable física, en estricta concordancia con el propósito de las mediciones, la tolerancia permitida en las mismas y la finalidad de los datos obtenidos.

Un sistema de instrumentación consta de un proceso, el cual contiene el medio donde se realiza la medición y la variable a medir, un dispositivo transductor, circuitos de acondicionamiento de señal y elementos de visualización, como se muestra en la figura 1.2. Este sistema convierte una variable física desconocida en una indicación numérica para que un operador decida la acción a tomar, de acuerdo a esta modalidad de control que recibe el nombre de lazo abierto. Sistemas similares se vuelven ineficaces cuando el número de variables a medir se incrementa y se realizan manualmente las observaciones, registros de variables y mantenimiento del proceso a un predeterminado nivel.

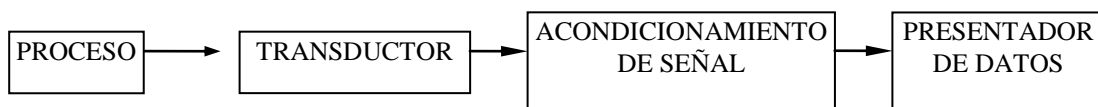


Figura 1.2 Sistema de Instrumentación a lazo abierto

Un segundo modelo de sistema de instrumentación se muestra en la figura 1.3, y se le conoce como control de proceso automático, el cual opera bajo el modo de control a lazo cerrado. Consta del sistema básico mencionado anteriormente y contiene además una referencia, un comparador y un lazo de realimentación.

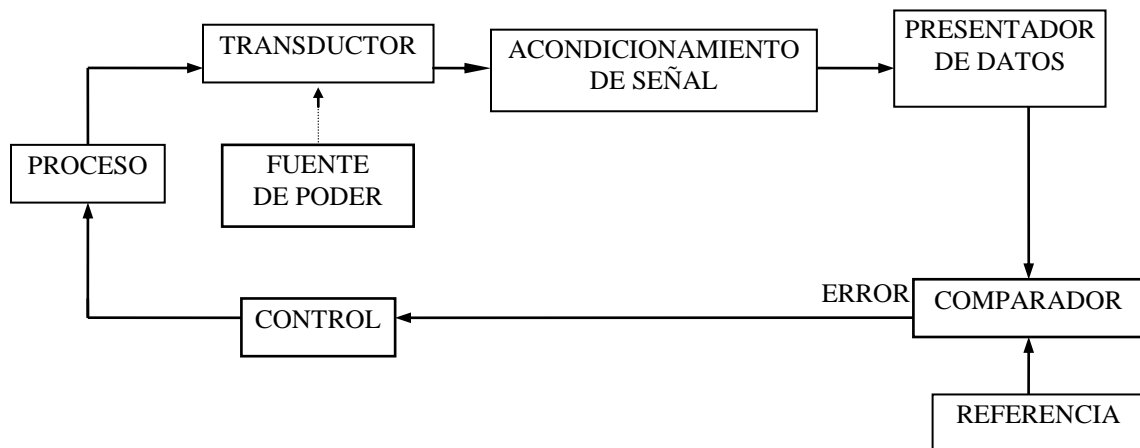


Figura 1.3 Sistema de Instrumentación y Control a lazo cerrado

En este sistema, la intervención directa del operador está suprimida y las acciones a tomar se realizan en forma automática, resultando en una mayor velocidad de producción y calidad del producto.

Adicionalmente a la selección del tipo de control de proceso, deberá considerarse el tipo de sistema a utilizar: analógico, digital o combinación de ambos. En cualquier caso, la selección definitiva del sistema tiene múltiples alternativas y dependerá del desarrollo de nuevas tecnologías analógicas y digitales así como de la experiencia del diseñador.

1.3.1 Sistema de Instrumentación Analógico

En un sistema analógico, la señal de salida del sistema está relacionada con la variable física a medir mediante una función continua. La variable física, después de haber sido medida, requiere de transformaciones a través del sistema (acondicionamiento) antes de ser presentada al observador, figura 1.4.

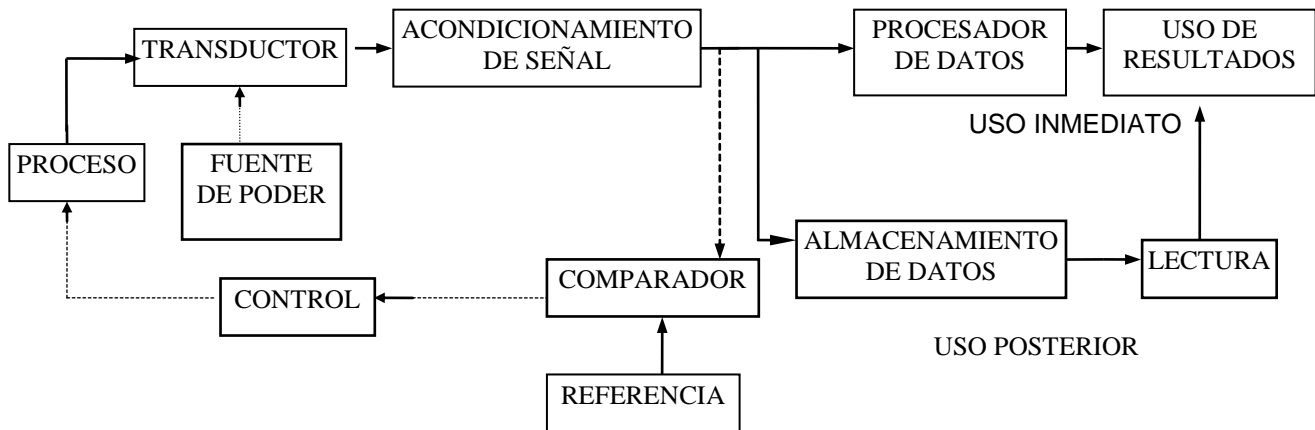


Figura 1.4 Sistema de Instrumentación Analógico

Diferentes circuitos de acondicionamiento de señal son utilizados en los sistemas de instrumentación:

- Fuentes de corriente y tensión constantes.
- Potenciómetros y puentes de Wheatstone convierten los cambios de resistencia, inductancia ó capacitancia en variaciones de voltaje.
- Amplificadores utilizados para incrementar el nivel de señal de salida de un transductor.
- Filtros para eliminar señales no deseadas.
- Modulación de amplitud para disminuir la potencia para transmisiones a larga distancia.

La salida del acondicionador de señal se puede conectar a un dispositivo de lectura para su uso inmediato, a un dispositivo de almacenamiento de datos para su uso posterior, o puede ser usada para control automático. En sistemas que requieren manejar grandes volúmenes de información se emplean procesadores de datos para la recolección, análisis, toma de decisiones y para convertir la señal de salida del instrumento en tal forma que los datos puedan ser interpretados por el operador (tablas y/o gráficos).

Entre las características que presentan los sistemas analógicos pueden señalarse:

- predominio de técnicas analógicas en la fabricación de transductores
- simplicidad en el diseño
- facilidad en la realización

Entre sus desventajas:

- sensibilidad al ruido
- corrimiento o deriva (drift)

- dificultad para el almacenamiento de datos de la variable medida
- riesgo de inestabilidad
- alto consumo de potencia

1.3.2 Sistemas de Instrumentación Digital

Para las señales analógicas, el valor exacto de la variable (voltaje, por ejemplo) que transporta la información, es un factor determinante en la calidad de la medición. Contrariamente, las señales digitales son de naturaleza binaria y las variaciones en el valor numérico están asociadas a cambios de estado lógico discreto (“1” o “0”) de alguna combinación de interruptores o secuencia de pulsos codificados. En los dispositivos digitales, tal como un computador digital, no existe limitación en el número de dígitos que pueden ser transportados con exactitud, de manera que se podrán utilizar tantos como sean necesarios para satisfacer los requerimientos de una aplicación particular.

Los instrumentos digitales, figura 1.5, pueden ser usados tanto en sistemas a lazo abierto como a lazo cerrado. La capacidad considerable de cálculo y almacenamiento de información de los sistemas digitales, le permite al instrumento resolver problemas de mayor complejidad en menor tiempo.

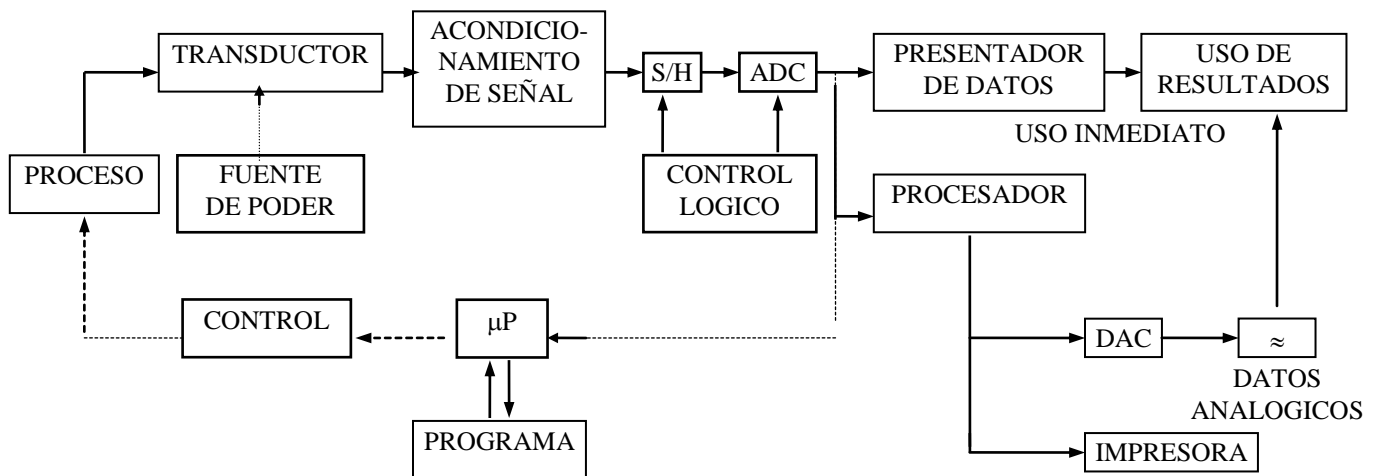


Figura 1.5 Sistema de Instrumentación Digital

La señal proveniente del transductor recibe un acondicionamiento similar al sistema analógico, y es luego alimentada al circuito de muestreo y retención (S/H), el cual captura y retiene el valor instantáneo de la señal. Posteriormente, las muestras retenidas se colocan a la entrada del convertidor analógico/digital (ADC) durante el tiempo necesario para una conversión. La salida del ADC se lleva hasta un visualizador de datos o hacia un computador para ser utilizada en operaciones de control automático o por el operador del sistema. Cuando son recolectados una gran cantidad de datos o muchos grupos de datos tienen que ser procesados, se utiliza un sistema de adquisición de datos (DAS).

Entre sus ventajas más importantes se destacan:

- insensibilidad al ruido y a la deriva
- facilidad de procesamiento y transmisión de información a distancia
- operación remota
- buen aislamiento galvánico
- programación inteligente

Entre sus desventajas se incluyen:

- los efectos de cuantización y muestreo
- no accesibilidad a valores intermedios.

A menudo se utilizan, en combinación, sistemas analógicos y digitales, por lo que los elementos analógicos y/o los sistemas de conversión analógico/digital imponen limitaciones al resto de las partes digitales, aún cuando éstas poseen gran exactitud.

1.4 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Definido un transductor, descritos los lazos de control y los sistemas de instrumentación, se hace necesario unificar criterios en cuanto al uso de unidades. Para ésto, la 11ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) estableció en París, Octubre 1960, un sistema moderno de unidades, el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, el cual sustituye a los sistemas c.g.s. y M.K.S., eliminando los problemas que originaba el uso dual de estos últimos. En 1995, el “National Institute of Standard and Technology” (NIST) publicó una guía para el Uso del Sistema Internacional de Unidades, de la cual se tomó la información que se presenta en el siguiente apartado.

1.4.1 Sistema Internacional de Unidades

El Sistema Internacional de Unidades, SI, consta de: siete unidades básicas, unidades derivadas, uso de prefijos, reglas para la escritura de símbolos y números, así como el uso de otras unidades fuera del sistema internacional que son aceptadas para su uso. Las unidades básicas son independientes entre si, Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Unidades básicas SI

Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de sustancia	mole	mol
intensidad luminosa	candela	cd

Existen otras unidades llamadas “unidades derivadas” que son definidas en términos de las siete unidades básicas haciendo uso de un sistema de ecuaciones. Ejemplo de estas unidades son el área, el volumen, la velocidad entre otras. Otras unidades derivadas tienen

nombres propios y símbolos especiales como se pueden apreciar algunas de ellas en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Unidades derivadas en el SI con nombres propios y símbolos especiales

Cantidad	Nombre	Símbolo	Equivalente a
ángulo plano	radian	rad	$m^1.m^{-1} = 1$
ángulo sólido	steradian	sr	$m^2.m^{-2} = 1$
frecuencia	hertz	Hz	s^{-1}
Fuerza	newton	N	$kg.m/s^2$
Presión	pascal	Pa	N/m^2
trabajo, energía	joule	J	N.m
potencia	watt	W	J/s
carga eléctrica	coulomb	C	s.A
diferencia de potencial eléctrico	volt	V	W/A
capacitancia	farad	F	C/V
Resistencia	ohm	Ω	V/A
conductancia	siemens	S	A/V
flujo magnético	weber	Wb	V.s
densidad de flujo magnético	tesla	T	Wb/m ²
Inductancia	henry	H	Wb/A
temperatura Celsius	grado Celsius	°C	K
flujo luminoso	lumen	lm	cd.sr
Luminancia	lux	lx	lm/m ²

El SI establece también el uso de los prefijos para los múltiplos y los submúltiplos de las unidades, entre los cuales se encuentran los mostrados en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Prefijos comunes para el SI

Nombre	Símbolo	Factor
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hecto *	h	10^2
deca	d	10^1

eka *		
d	d	10^{-1}
deca *	d	10^{-1}
centi *	c	10^{-2}
mil	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nan	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

* Deben ser omitidas en lo posible

Además, el SI establece algunas reglas para su uso y aplicación.

1.4.2 Reglas para el uso y aplicación del Sistema Internacional

La siguiente lista tiene como finalidad ayudar en la revisión de los trabajos de investigación en el uso correcto del SI y en la aplicación de reglas sencillas para la escritura de símbolos y números.

1. Solamente las unidades del SI y aquellas unidades reconocidas para su uso con el SI son usadas para expresar el valor de cantidades. Valores equivalentes a otras unidades son dadas en paréntesis luego que se hayan escrito los mismos valores dados en unidades del SI *solamente* cuando se necesita hacer una aclaratoria.
2. Solamente deben ser usados los símbolos de las unidades y de los prefijos del SI, así como los nombres de las unidades y de los prefijos. No se deben usar abreviaciones tales como sec (para sec, seg ó segundo), cc (para cm^3 ó centímetro cúbico), ó mps (m/s ó metro por segundo).
3. Los términos parte por millón, parte por billón y parte por trillón y sus respectivas abreviaciones "ppm," "ppb," y "ppt," (otros términos y abreviaturas similares), no son aceptados para expresar valores de cantidades. En su lugar se puede usar: $2,0 \mu\text{L} / \text{L}$ ó $2,0 \times$

$10^{-6} V$, $4,3 \text{ nm/m}$ ó $4,3 \times 10^{-9} l$, 7 ps/s ó $7 \times 10^{-12} t$, donde V , l , y t son, respectivamente, los símbolos de las cantidades de volumen, longitud y tiempo.

4. Los símbolos o los nombres de las unidades no se modifican con información que se agrega como subíndice o con información adicional, por ejemplo:

$V_{\text{max}} = 1\ 000 \text{ V}$	<i>pero no:</i>	$V = 1\ 000 V_{\text{max}}$
una fracción de masa del 10 %	<i>pero no:</i>	10 % (m/m) ó 10 % (del peso)

5. Oraciones como “la longitud l_1 excede la longitud l_2 en 0,2 %” no son usadas debido a que el símbolo % representa solamente el número 0.01. En su lugar, se usan ecuaciones de la forma “ $l_1 = l_2(1 + 0,2 \%)$ ” ó “ $\Delta = 0,2 \%$ ”, donde Δ está definida por la relación $\Delta = (l_1 - l_2)/l_2$.

6. El valor de una cantidad se expresa como el producto de un número y una unidad. Para uso de multiplicaciones y rango de valores se usan expresiones como las siguientes

35 cm X 48 cm	<i>pero no:</i>	35 X 48 cm
1 MHz a 10 MHz o (1 a 10) MHz	<i>pero no:</i>	1 MHz-10 MHz ó 1 a 10 MHz
20°C a 30°C ó (20 a 30) $^\circ \text{C}$	<i>pero no:</i>	$20^\circ \text{C} - 30^\circ \text{C}$ ó 20 a 30°C
$123 \text{ g} \pm 2 \text{ g}$ ó $(123 \pm 2) \text{ g}$	<i>pero no:</i>	$123 \pm 2 \text{ g}$
$70 \% \pm 5 \%$ ó $(70 \pm 5) \%$	<i>pero no:</i>	$70 \pm 5 \%$
$240 \text{ X} (1 \pm 10 \%) \text{ V}$	<i>pero no:</i>	$240 \text{ V} \pm 10 \%$ (no se puede sumar 240 V y 10%)

7. La información no se debe mezclar con los símbolos y nombres de las unidades. Por ejemplo, se usa la expresión “el contenido de agua es 20 mL/kg ” en lugar de “ $20 \text{ mL H}_2\text{O/kg}$ ” ó “ 20 mL de agua/kg .”

8. Los símbolos de las unidades y sus nombres no se mezclan y en las operaciones matemáticas se usan los símbolos de las unidades. Por ejemplo, se usan formas como

kg/m^3 , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, ó kilogramo por metro cúbico y no $\text{kilogramo}/\text{m}^3$, $\text{kg}/\text{metro cúbico}$, $\text{kilogramo}/\text{metro cúbico}$, kg por m^3 ó $\text{kilogramo por metro}^3$.

9. Los símbolos se usan en conjunto con números en lugar de escribir el nombre completo de la unidad. Cuando no hay números, las unidades se escriben con su nombre propio.

$m = 5 \text{ kg}$	<i>pero no:</i>	$m = 5 \text{ kilogramos}$ ó $m = \text{cinco kg}$
la corriente era 15 A	<i>pero no:</i>	la corriente era 15 amperes
el voltaje es dado en milivolt	<i>pero no:</i>	el voltaje viene dado en mV

10. Utilizar siempre un espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad inclusive cuando es usado como adjetivo, excepto cuando se usan las unidades para ángulo plano:

45 g	<i>pero no:</i>	45g
una esfera de 25 kg	<i>pero no:</i>	una esfera de 25-kg
un ángulo de $2^{\circ}3'4''$	<i>pero no:</i>	un ángulo de $2^{\circ}3'4''$

11. Usar espacios para separar números muy grandes, para facilitar la lectura en bloques de tres dígitos con relación a la coma: 7 532 453,246 072.

12. Usar decimales, no fracciones: 0,25 g (no debe escribirse $\frac{1}{4}$ g)

13. Colocar un cero antes de la coma en valores numéricos menores que la unidad:

0,45 g (no debe escribirse ,45 g)

14. Una ecuación de cantidad que expresa una relación entre cantidades y no de valores numéricos es independiente de las unidades usadas. Por ejemplo, a la ecuación $l = vt$ no se le debe asociar frases como “donde l es en metros, v en metros por segundo y t en segundos.”

Por otro lado, una ecuación que expresa relación entre los valores numéricos de las cantidades depende de sus unidades. Por ejemplo, $\{l\}_m = 3,6^{-1} \{v\}_{\text{km/h}} \{t\}_s$, donde $\{A\}_X$

es el valor numérico de la cantidad A cuando su valor es expresado en la unidad X.

15. Se usan símbolos para cantidades estandarizadas por ejemplo, R para resistencia, A para masa atómica relativa, Z_m para impedancia mecánica y Ω para ángulo sólido y no palabras o grupos de letras. Similarmente, se usan signos y símbolos matemáticos estandarizados para “tan x” y no “tg x.” Mas específicamente la base "log" en ecuaciones se especifica cuando se requiere para escribir $\log_a x$ (significando log en base a de x), $\log_2 x$, $\ln x$ ($\log_e x$), or $\lg x$ ($\log_{10} x$).

16. Los símbolos se imprimen en letra tipo romana, indistintamente del tipo de letra usado en el resto del texto:

m g K s

Los símbolos de las cantidades se imprimen en letra tipo itálica con subíndices o superíndices en letra tipo romana o itálica como sea mas apropiado.

17. Los símbolos se escriben en minúscula excepto cuando el nombre de la unidad se deriva de un nombre propio. Por ejemplo, se escribe **m** para metro, **s** para segundo, pero se utiliza **N** para newton, **A** para ampere.

18. Los nombres de las unidades se escriben en minúscula y completos. Sin embargo, existen excepciones como **Celsius** que comienza con mayúscula.

19. Los símbolos de los prefijos se imprimen en letra romana, sin espacio entre los símbolos del prefijo y la unidad: **kg** para kilogramo, **km** para kilómetro.

20. Los símbolos nunca se pluralizan: 45 g (no debe escribirse 45 gs)

21. Nunca use un punto después de un símbolo, excepto cuando el símbolo se encuentre al final de una oración.

22. Cuando la palabra “peso” es usada, el significado debe ser claro. (En ciencia y tecnología, “peso” es fuerza, que para el SI la unidad es el newton; en el comercio y uso diario, “peso” se usa como sinónimo de masa, que para el SI la unidad es el kilogramo.)
23. Una relación de cantidades, por ejemplo, densidad de masa, es escrita “masa dividida por volumen” en lugar de “masa por unidad de volumen.”
24. Se debe distinguir entre un fenómeno, cuerpo o sustancia, y su atributo. (Obsérvese la diferencia entre “superficie” y “área,” “cuerpo” y “masa,” “resistor” y “resistencia,” “bobina” e “inductancia.”
25. El término normalidad y su símbolo N, y el término molaridad y su símbolo M están fuera de uso, en su lugar se usa concentración de cantidad de sustancia de B (llamado concentración de B), su símbolo C_B y mol/m^3 como unidad SI. Igualmente, el término molalidad y su símbolo m, están fuera de uso, en su lugar se usa el término molalidad de soluto B, su símbolo b_B or m_B y mol/kg como unidad SI.

Analizado el SI, se presenta una clasificación de los instrumentos, luego se estudiarán las especificaciones de los mismos usando criterios unificados a través de normas sugeridas a nivel mundial, así como la identificación y simbología de instrumentos.

1.5 CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos se pueden clasificar en función de la actividad propia que realizan y en función de la variable de proceso.

1.5.1 En Función de la Actividad Propia que Realizan

En este grupo de instrumentos se encuentran los instrumentos ciegos, indicadores, registradores, elementos primarios, transductores, transmisores, receptores, convertidores, controladores y elementos finales de control.

Instrumentos ciegos: son aquellos que no tienen indicación visible de la variable. Por ejemplo, los interruptores de presión, transmisores sin indicación.

Instrumentos indicadores: según el modelo, el instrumento puede estar dotado de una pantalla de cristal líquido (LCD), de diodos luminiscentes (LED), o mediante un índice sobre una escala graduada, en la que puede leerse el valor de la variable.

Instrumentos registradores: registran la variable mediante un gráfico de trazo continuo o a puntos. Según la forma del gráfico, pueden ser circulares, de gráfico rectangular o alargado.

Elemento primario: es el elemento del sistema que convierte cuantitativamente la energía de la variable a medir en una forma adecuada para su medición.

Transductor: recibe información en función de una cantidad física y la convierte, modificada o no, en una señal de salida apropiada.

Transmisor: responde a una variable medida a través de un elemento primario y la convierte en una señal de transmisión estandarizada.

Receptor: es un instrumento de medición que indica, registra o almacena la variable medida proveniente del transmisor.

Convertidor: es un dispositivo que recibe una señal normalizada y entrega otra señal normalizada. Ejemplos: los convertidores P/I (presión /corriente) y los I/P (corriente/presión).

Controlador: es un dispositivo que funciona automáticamente para regular la variable controlada.

Elemento final de control: recibe la señal del controlador y cambia el valor de la variable manipulada.

1.5.2 En Función de la Variable del Proceso

Reciben el nombre de la variable de proceso que está en estudio, tal como presión, nivel, flujo, temperatura, densidad, viscosidad, pH, frecuencia, etc.

1.6 ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS

Para la escogencia de los dispositivos que integran un sistema de instrumentación, se utilizan las especificaciones proporcionadas por el fabricante de los instrumentos, las cuales definen el desempeño de los mismos, logrando intuir su comportamiento mediante las especificaciones estáticas y dinámicas. Así por ejemplo, un conjunto de especificaciones de un instrumento pudiera ser:

Alimentación en dc:	24 V
Salida (Output):	(4 a 20) mA; en dc. (0 a 10) V
Exactitud (Accuracy):	± 1 % Fondo escala (FE)
Linealidad (Linearity):	± 1 % FE
Histéresis (Hysteresis):	$\pm 0,25$ % FE
Repetibilidad (Repeatability):	$\pm 0,2$ % FE
Estabilidad (Stability):	± 1 % FE/año
Temperatura de operación (Operable Temperature Range):	(-25 a 75) °C
Tiempo de respuesta (Response time):	1 ms

La conveniencia de utilizar una terminología común para describir las especificaciones de instrumentos con la finalidad de que fabricantes y usuarios utilicen el mismo lenguaje, ha motivado que organizaciones a nivel mundial establezcan una normalización de las definiciones de las especificaciones.

1.7 IDENTIFICACIÓN Y SIMBOLOGÍA DE INSTRUMENTOS

Para establecer uniformidad en la identificación y asignación del símbolo de un instrumento en un Sistema de Instrumentación y Control, es recomendable seguir las recomendaciones establecidas en cada empresa de trabajo.

Hay que aclarar que las normas generales no son de uso obligatorio sino que son recomendaciones a seguir con la finalidad de que todos los que intervienen en el campo de la automatización industrial empleen el mismo lenguaje.

La identificación (tag) de un instrumento contiene: una primera letra que representa la variable de proceso que se está midiendo y/o controlando, letras sucesivas para especificar el tipo de instrumento, luego el número que identifica la unidad en una planta y finalmente el número relacionado al grupo de una determinada unidad.

Para medir las magnitudes de presión, nivel, flujo y temperatura se dispone de cinco diferentes tipos de instrumentos:

- Indicadores (I)
- Registradores (R)
- Controladores (C)
- Indicadores Controladores (IC)
- Registradores Controladores (RC)

Luego, se puede asignar a cada instrumento una combinación de letras.

- PI: Indicador de presión
- LR: Registrador de nivel
- TRC: Registrador/Controlador de temperatura
- FIC: Indicador/Controlador de flujo

Además de estas letras, se identifica el instrumento con un número que especifica el grupo de una determinada unidad, empezando desde uno y siguiendo la serie natural de los números. Por ejemplo:

- Presión: PC-1, PRC-2, PRC-3, PR-4
- Nivel: LI-1, LRC-2, LRC-3, LR-4 ..
- Flujo: FRC-1, FR-2, FIC-3, FR-4
- Temperatura: TI-1, TI-2, TR-3, TRC-4 ..

Para distinguir diferentes unidades de una sola planta, se divide esta numeración en grupos que empiezan con 1, 100, 200, 300, etc. Por ejemplo, en una planta de desintegración catalítica, el registrador/controlador de flujo #1 tiene las siguientes identificaciones dependiendo de la sección de trabajo:

- Desintegración: FRC-1
- Regeneración de vapor: FRC-101
- Fraccionador: FRC-201
- Planta de gas: FRC-401

Se recomienda consultar las normas para obtener mayor información sobre identificación y simbología de instrumentos.