



Programa de la asignatura:

Metrología e instrumentación

U1

Introducción a la metrología e instrumentación





Índice

Presentación de la unidad	3
Competencia específica	4
Propósitos	4
1.1. Concepto de instrumento y de sistema general de medición	5
1.1.1. Características estáticas de los instrumentos	6
1.1.2. Características dinámicas de los instrumentos	7
1.2. Proceso y calidad de medición	8
1.2.1. Proceso de medición.....	8
1.2.2. Calibración de instrumentos.....	11
1.3. Clase de instrumentos.....	16
1.3.1. Instrumentos electromecánicos.....	16
1.3.2. Ley federal sobre metrología y normalización.....	17
Cierre de la unidad	19
Fuentes de consulta	20



Presentación de la unidad



La asignatura de *Metrología e instrumentación* te brinda los elementos necesarios para que puedas emplear la medición en diferentes campos de la ciencia y la tecnología. Además, es una disciplina que se relaciona ampliamente con múltiples ramas, tales como la electricidad, la mecánica, los fluidos, la resistencia de los materiales y la energía en sus diferentes manifestaciones, por lo que, es de suma importancia en cualquier área para que puedas tener mejor perspectiva de análisis y enfoque en las mediciones de algún fenómeno y/o sistema, ya sea en el ámbito científico, legal o industrial.

En esta unidad revisarás los conceptos básicos acerca de la medición, por lo que identificarás sistemas generales de medición, términos de instrumento, proceso y calidad de la medición, así como la normalización de instrumentos, entre otras cosas.

Esta unidad es básica porque te da los fundamentos necesarios para comprender los contenidos de la siguiente unidad.



Competencia específica



Unidad 1

Caracteriza instrumentos de medición para emplearlos en el monitoreo de sistemas energéticos mediante el uso de conceptos, normas, patrones de medida e identificación de errores asociados a las mediciones.

Propósitos

Emplear la medición en diferentes campos de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta que medir es comparar algo con una medida establecida.



1.1. Concepto de instrumento y de sistema general de medición

La metrología es la ciencia de las mediciones, deriva de su referencia etimológica griega *metros* = medida y *logos* = tratado, el acto de medir es tan antiguo como el hombre, es tan común escuchar frases como “es mucho”, “es poco”, “casi nada”, frases que no reflejan con exactitud una cantidad ni te permite medir y comparar con algo denominado patrón, tal como dice la definición de medición. La medida patrón se establece de manera internacional por organismos de gran reconocimiento, cada medida tiene asignada una unidad, la cual puede ser fundamental y derivada sirviéndonos como referencia al hacer mediciones y operaciones con ella.

Para lograr estandarizar todas esas medidas se puede guiar por el Sistema Internacional de Unidades, dado que es el más adoptado en todo el mundo, aunque, existen países que no lo utilizan y en su lugar tienen un sistema de unidades propio, para estos casos existe también una conversión entre dichos valores, no importa que sean de longitud, de temperatura, de velocidad, etc., a continuación se te presenta como ejemplo una tabla de medidas base, para cualquier otra conversión se te recomienda que tengas a la mano algún manual de conversiones.

Tabla de conversiones de Longitud, masa y tiempo

LONGITUD					
	centímetro	metro	Kilómetro	Pulgada	Pie
centímetro	1	.01	1×10^{-5}	0.3937	0.03281
metro	100	1	.001	39.37	3.281
Kilómetro	1×10^5	1000	1	3.937×10^4	3281
pulgada	2.54	0.0254	2.54×10^{-5}	1	0.0833
pie	30.48	0.3048	3.048×10^{-4}	12	1
Milla t.	1.609×10^5	1609	1.609	6.3346×10^4	5280

MASA					
	Gramo	Kilogramo	Slugg	Libra masa	Onza
gramo	1	.001	6.85×10^{-5}	.0022	0.0357
Kilogramo	1000	1	0.0685	2.2	35.71
Slugg	1.46×10^4	14.6	1	32.098	521.43
Libramasa	454	0.454	0.0031154	1	16.2
Onza	28	.028	.0019178	.0617	1

TIEMPO					
	segundo	minuto	hora	día	Año
segundo	1	0.01667	2.78×10^{-4}	1.16×10^{-5}	3.17×10^{-8}
minuto	60	1	0.01667	6.94×10^{-4}	1.9×10^{-6}
hora	3600	60	1	0.04167	0.0001141
día	86400	1440	24	1	0.002738
Año	3.156×10^7	5.26×10^5	8766	365.27	1



A su vez, estas medidas están involucradas directamente en los resultados obtenidos en algún dispositivo de medida, mejor conocido como instrumento de medición; que se define como el aparato que tiene las características necesarias e ideales para presentar las variables de cualquier sistema medible, cada instrumento de medición tiene características específicas, mismas que le permite medir variables independientes o ser multifuncional. Para todos los casos existen elementos que se deben considerar como factores de calibración y error.

Para una mejor comprensión de estos conceptos se te recomienda **leer** el texto *Metrología para no metrologos* (Marban, Pellecer, 2002) de la página 11 a la 21. Una vez que los termines de leer habrás comprendido la importancia y las generalidades de los instrumentos de medición.

1.1.1. Características estáticas de los instrumentos

Se entiende a las características estáticas como aquellas propiedades que derivan de señales externas y que su característica principal es ser constante en el tiempo afectando el resultado; por ejemplo:

- La **exactitud** del instrumento, esta es una propiedad del instrumento que hace que la medición tenga un valor y por tanto datos más acertados. La exactitud depende de la precisión en el calibrado del instrumento.
- La **fidelidad**, que es responsable de que las medidas que se tomen den el mismo valor en todas las ocasiones que se repita la medición.
- La **repetibilidad** es una propiedad similar a **la fidelidad** sólo que en este caso las mediciones se toman en espacios de tiempo cortos y responden con el mismo resultado.
- La **reproducibilidad**, por el contrario, se utiliza en tomas de tiempo largo y la toma puede ser por diferentes personas en diferentes lugares.
- La **sensibilidad** que puede o no ser constante y dependerá de la precisión en el calibrado del instrumento. La **linealidad** de un instrumento es la curva que se representa con respecto a una línea recta referenciada por ejemplo a cero, así también, es importante considerar la histéresis en la que se representa la diferencia en la salida para una misma entrada y que depende de la variabilidad de la entrada. Es decir, la capacidad del instrumento para repetir la salida de la medición en varias ocasiones consecutivas esto siempre bajo las mismas condiciones y en un solo sentido, esto puedes ser primero creciendo y posteriormente decreciendo, en caso de que alguno de los parámetros varíe esta se presenta como una medida porcentual.



Realiza la lectura de la página 12 a la 18 del libro *Sensores y acondicionadores de señal* (Pallas, 2003) que aporta nuevos elementos para entender las propiedades de las características estáticas de un instrumento, así como describirlas y diferenciarlas, además trata el concepto de exactitud y error de manera clara y precisa aspectos necesarios para comprender el concepto de incertidumbre.

1.1.2. Características dinámicas de los instrumentos

Las características dinámicas de los instrumentos te muestran la evolución del sistema hasta que alcanza el valor final de la variación de entrada, esto es en referencia a la variación en tiempo de la señal entrante, estas características pueden ser las respuestas temporales y frecuenciales, como lo son el ancho de banda, frecuencia de corte y distorsión armónica total.

Para estas características se debe considerar el error dinámico que se define como la diferencia entre el valor representado en el instrumento y el valor exacto de la variable medida y que puede generarse, además la propiedad más importante en estas características es la velocidad de respuesta del aparato, ya que este debe responder con la mayor rapidez para indicar los cambios que puede sufrir la variable de entrada.

Realiza la lectura de las páginas 18 y 19 en el libro *Sensores y acondicionadores de señal* (Pallás, 2003) para identificar diferentes variables, tales como el error dinámico y velocidad de respuesta, mismas que influyen directamente en el resultado de las mediciones. Lo anterior con el objetivo de que puedas analizar los errores asociados a las mediciones y describir algunas de las características de los instrumentos de medición en general.

A manera de conclusión, es importante observar la importancia de la metrología en nuestras vidas cotidianas, ya que con ella se puede determinar exactamente la cantidad de un producto, la variable en un sistema, la distancia recorrida, la temperatura y más, siempre teniendo en cuenta que dichos equipos tienen características especiales que se deben tener presentes para que se obtengan valores reales que por estándar, sean los mismos en diversos países del mundo, así se pedirá de hoy en adelante una cantidad exacta de algo y no “un poco” o “un puñito”, como ejemplos, medidas de longitud en metros, de temperatura en grados, de voltaje en volts y así se pueden enumerar muchas más, éstas vinculadas directamente a los conceptos de exactitud y error, que aportan el encuadre certero de una medición.



1.2. Proceso y calidad de medición

El proceso y calidad de medición ayuda a unificar de manera internacional las mediciones físicas, establece los patrones fundamentales, coordina las determinaciones relativas de las constantes físicas, asegura la coordinación de las técnicas de medición, todo esto para asegurar que se tengan en todo el mundo las mismas medidas, ya que en casos industriales y legales son de suma importancia económica.

Ahora **realiza** la lectura de la página 6 a la 9 del libro *Metrología para no-metrólogos* (Marbán y Pellecer, 2002), en este texto te darás cuenta desde cuando se empezó a considerar que medir era algo importante en las actividades humanas, actualmente prácticamente todo es medido o contabilizado y así mismo las medidas se han estandarizado para determinar normas y estándares de calidad.

1.2.1. Proceso de medición

Los procesos de medición se han transformado a través del tiempo para poder estandarizar las medidas y establecer procedimientos de medición de manera internacional. Estudiar los sistemas de medida como el sistema internacional de unidades conocido por sus siglas en francés SI (*Le Système International d'Unités*) y el sistema inglés, te permitirá identificar las normas aplicables en la metrología mismas que se estudian en el subtema 1.3.2., de esta unidad.

En el proceso de medición intervienen los siguientes factores que a continuación se enlistan:

- El objeto o variable a medir (voltaje, corriente, peso, longitud, etc.)
- El instrumento de medición (multímetro, osciloscopio, flexómetro, balanza, etc.)
- La unidad o patrón de referencia (escala graduada y estandarizada internacionalmente, metro, yarda, volt, ampere, kilo, etc.)

Por ejemplo, en el proceso de medición de un voltaje intervienen los siguientes factores:

1. La fuente que abastece el voltaje.
2. El instrumento de medición llamado multímetro o voltímetro que se encargara de medirlo.
3. La escala que se encargara de medirlo junto con su unidad.



Para definir un procedimiento de medición, además de dar los pasos mediante los cuales interaccionan la fuente que abastece, el aparato que mide y la unidad, se debe considerar el procedimiento entre la unidad y el instrumento de medición, a esto se le llama calibración, según Creus (2009) *“es, simplemente, el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que debiera indicar de acuerdo con un patrón de referencia con valor conocido”*, consideremos el ejemplo anterior para determinar la calibración; entonces se debe tomar el instrumento de medición y ponerlo en contacto por medio de las terminales negativa y positiva correspondientes a la fuente de voltaje, esperar a que se establezca el equilibrio voltaico en el D’Arsonval (Arca, 2006) o en el display del aparato y después tomar la lectura, ahora bien, ocurre que siempre que se integra algún objeto a un sistema este tiende a perturbarlo, por lo que se debe considerar esta perturbación conocida como rango de error en la medición.

Ahora bien, una vez que se ha obtenido un valor, se tiene que trasladar a una unidad de medida estándar o internacional, estas unidades y sus combinaciones se unificaron para conformar un sistema universal de pesas y medidas entre los siglos XVII y XVIII en Francia, conociéndose como Sistema Internacional de medidas o unidades (SI). Actualmente existen dos sistemas aceptados mundialmente el (SI) y el sistema inglés y entre ellos existe una conversión conocida.

En el SI existen unidades fundamentales y estas a su vez pueden ser también representadas con unidades derivadas, por ejemplo, volts puedes representarlos en milivolts, microvolts, etc.

Por ejemplo, el metro fue definido como 1/10 000 000 por la distancia que guarda el polo norte y el ecuador a lo largo del meridiano que pasaba por París, para conservar dicho patrón se conservo en una barra que contenía la distancia entre dos marcas en una barra de iridio y platino que se mantenía almacenada en condiciones controladas.

Posteriormente, fue redefinido con base en la velocidad de la luz en el vacío que es una constante universal y es la distancia recorrida por la luz en un periodo de 1/299 792 458 de segundos, bueno y de esta manera se pueden encontrar más unidades definidas desde hace mucho tiempo que han quedado ya establecidas en los marcos de sistemas mencionados anteriormente.

En México, es utilizado el Sistema Internacional de unidades que es un sistema decimal, o sea que su base es 10, en otras palabras, los múltiplos o submúltiplos de este sistema son obtenidos multiplicando o dividiendo por potencias de 10.



En la siguiente tabla, se te proporcionan los principales múltiplos utilizados en esta materia.

Múltiplo	prefijo	Submúltiplo	prefijo
10^{21}	Zetta (Z)	10^{-1}	Deci (d)
10^{18}	Exa (E)	10^{-2}	Centi (c)
10^{15}	Peta (P)	10^{-3}	Mili (m)
10^{12}	Tera (T)	10^{-6}	Micro (μ)
10^9	Giga (G)	10^{-9}	Nano (n)
10^6	Mega (M)	10^{-12}	Pico (p)
10^3	Kilo (k)	10^{-15}	Femto (f)
10^2	Hecto (h)	10^{-18}	Atto (a)
10	Deca (da)	10^{-21}	Zepto (z)

Realiza la lectura de la página 1 a la 17 del libro *Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición* (Cooper y Helfrick 2007), el texto refiere un panorama mucho más amplio y firme sobre exactitud y precisión, además aborda conceptos relevantes para la metrología como cifras significativas y tipos de errores; finalmente, proporciona una serie de ejemplos que te ayudan a comprender y resolver cualquier ejercicio que se te pida hacer o que tengas que sacar en una medición real.

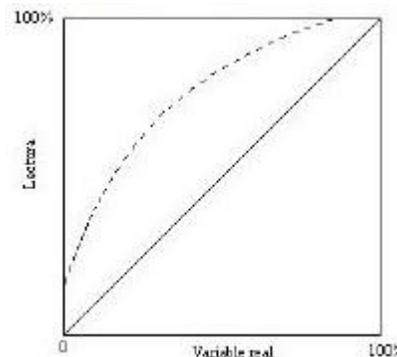


1.2.2. Calibración de instrumentos

La función de los instrumentos es medir, transmitir y controlar variables que intervienen en un proceso, ya que el instrumento o alguna de sus partes pueden considerarse como transductores o sea dispositivos de conversión de señales que pasan de ser una entrada a una o varias señales de salida, estos deben arrojar información lo más fidedigna posible.

Debido a que el error es universal e inevitable por más elaborada que sea la medición o cuantas veces esta se repita se puede decir que el error acompañará a la medición siempre, para evitar la transmisión de errores en el sistema se determina una zona de tolerancia o límites.

Se puede considerar que un instrumento está bien calibrado cuando la diferencia en el resultado de la medición y el valor real de la variable este comprendido entre los límites determinados por la precisión del aparato, dado que la relación entre el resultado y el valor real debe ser lineal, como se observa en la gráfica Variable real:



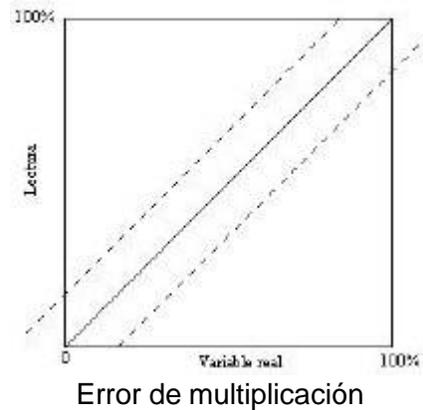
Medición de una variable

La imagen muestra como la curva de la medición se encuentra desplazada en relación a la recta ideal, conformando una medición errónea.

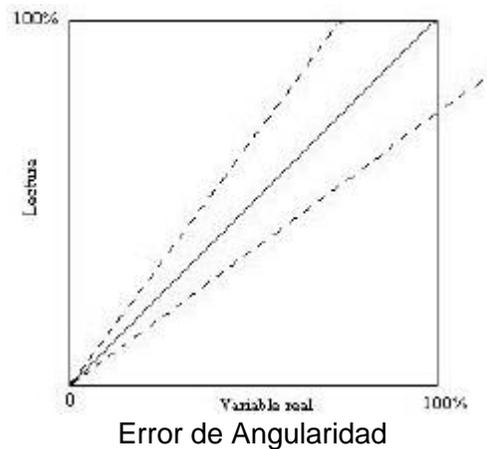
Estos errores pueden hallarse en forma aislada o combinarse en una medición, enseguida se presentarán.



Uno de los errores que se pueden encontrar ocurre cuando las lecturas están desplazadas con referencia a la recta ideal, esto se le conoce como error de cero.

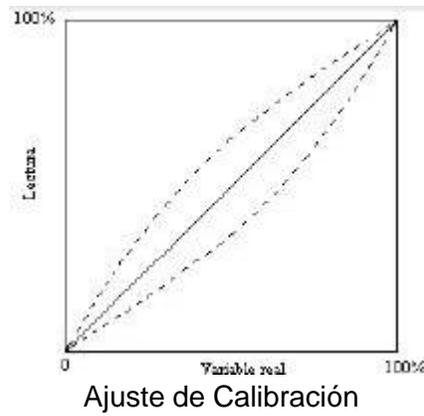


En la gráfica de Error de multiplicación, se representa el error en el que todas las lecturas aumentan o disminuyen proporcionalmente con referencia a la recta ideal, esto ocurre de manera positiva o negativa, este error es conocido como error de multiplicación.





El esquema, muestra el error de angularidad observa cómo los puntos 0 y 100 coinciden, pero en los demás puntos esta se aleja significativamente.



Para poder calibrar un instrumento es necesario llevar a cabo un procedimiento que permita llevar a cero el origen de la variable medida, tal como se ilustra en la gráfica del Ajuste de calibración, posterior a esto se lleva la línea ideal al final de la variable medida y se ajusta la parte central hasta que dicha línea quede “montada” en la línea ideal o de cero, de esta manera se tendrá un equipo bien calibrado, actualmente muchos de los instrumentos contienen una “inteligencia” de calibración que evita realizar este procedimiento de forma manual.

A su vez, también se pueden encontrar dos errores inherentes a la toma de la lectura por el observador, error de paralelaje y de interpolación, el primero de ellos se efectúa cuando el observador no mira paralelamente la escala del instrumento, y el segundo ocurre cuando por lectura el observador da redondeos a la misma, se evita actualmente estos errores al encontrar instrumentos de medición digitales. **Realiza** la lectura de la página 601 a la 609 del libro *Instrumentación industrial* (Creus, 1997), en ella se expone la importancia de la calibración de instrumentos, cuándo debe realizarse y también cómo hacer esas calibraciones a partir de los errores ya conocidos por ti en temas anteriores.

Otro de los factores que se deben considerar es la incertidumbre, que está asociado a todas las mediciones; puede deberse a diversos factores como son el instrumento de medición, el observador y la naturaleza de la magnitud que se va a medir.

Incertidumbres

Cuando se hacen mediciones repetitivas y éstas no son iguales, entonces surgen las siguientes preguntas, ¿cuál es el valor verdadero?, ¿cuál es la incertidumbre de estas mediciones?, que se responden a partir de cálculos estadísticos para obtener la tendencia



central de dichas medidas y su dispersión, tu docente en línea te proporcionará una serie de ejercicios, con los cuales podrás aplicar la teoría aprendida en esta unidad.

En resumen, la incertidumbre es una cantidad de alguna magnitud comparada con otra de sus mismas unidades que se referencia como unidad básica, es decir, se toma una serie de mediciones y estas se comparan con la medida que debería de obtenerse, dichas diferencias entonces podrán ser manejadas por medio de operaciones aritméticas básicas como adición, sustracción, cociente o producto, además de que otros cálculos como la media, la moda y demás características estadísticas.

Incertidumbre absoluta, indica la precisión del aparato y el tamaño del intervalo dentro del cual se encuentra el valor real de dicha medición, normalmente se le asigna un valor igual a la mitad mínima de la escala, por ejemplo si la mitad mínima de un flexómetro es 1 cm, la incertidumbre relativa será de 0.5 mm; por ejemplo una compañía reporta una especificación para unas juntas de aluminio un valor promedio y un error o incertidumbre de ± 0.5 mm, dicha medición se dará a conocer como $I_j = 15 \pm 0.5$ mm.

Para la Incertidumbre llamada relativa I_R denota cuanto error se tiene por cada unidad que se mide y se obtendrá del cociente de la incertidumbre absoluta dividida entre el valor medio de la cantidad, tomando el caso del ejemplo anterior sería $I_R = 0.5 / 15 = 0.033$, por lo tanto, se indicará como $15.0 \text{ mm} \pm 0.03$.

Para la Incertidumbre porcentual, es multiplicar la incertidumbre relativa por 100, que para el ejemplo anterior quedaría como $15.0 \text{ mm} \pm 3\%$

Bien, ahora se pueden tener mediciones directas e indirectas, donde las primeras son las que se comparan directamente con el patrón de medida con el objeto a medir y las indirectas se obtienen midiendo tantas veces como sea necesario, pero bajo las mismas circunstancias

Ejemplificando una medición directa con incertidumbre, se obtuvieron las siguientes mediciones de un perfil de aluminio con un flexómetro, $L_1=10.05\text{cm}$, $L_2=10.1\text{cm}$, $L_3=10.15 \text{ cm}$, se obtiene el promedio de las 3 medidas y dará 10.1 cm, como la mínima escala del flexómetro es 0.1 cm, la incertidumbre absoluta será de $I=0.05 \text{ cm}$, por lo tanto, el valor con incertidumbre será de 10.1 ± 0.05

Por ejemplo: si se mide una longitud, a partir de 2 mediciones con una regla milimetrada que fueron tomadas con los valores $a = 15 \text{ mm}$ y $b= 20 \text{ mm}$, entonces la longitud total medida será: $a + b = (a' \pm \Delta a) + (b' \pm \Delta b) = (15 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}) + (20 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}) = 35 \pm 2 \text{ mm}$.



Si la operación es una sustracción el desarrollo es exactamente igual solo que el símbolo es el de “resta”. Donde a' es el valor real temporal mientras se le adiciona su incremento o decremento dependiendo del caso (Δa), para los valores de b' y Δb , corresponde a la misma explicación solo que con otra variable

Si la operación corresponde a un producto, por ejemplo, se desea obtener el área de un rectángulo donde $A = a * b$

Siendo $a = (a' \pm \Delta a)$ y $b = (b' \pm \Delta b)$ Sustituyendo queda $A = (a' \pm \Delta a) * (b' \pm \Delta b)$ desarrollando entonces

$$A = a' * b' \pm a' * \Delta b \pm b' * \Delta a \pm \Delta a * \Delta b$$

Por lo tanto, el producto de dos valores que son significativamente menores a los valores de las cantidades medidas, quedaría:

$$A = a' * b' \pm a' * \Delta b \pm b' * \Delta a \text{ Agrupando}$$

$$A = a' * b' \pm (a' * \Delta b + b' * \Delta a) \text{ donde}$$

$$A' = a' * b' \text{ y}$$

$$\Delta A = (a' * \Delta b + b' * \Delta a)$$

Ahora, se dividen miembros de la última expresión por $A' = a'b'$:

$$\Delta A/A' = a' * \Delta b/a'b' + b' * \Delta a/a'b' \text{ reduciendo la operación}$$

$$\Delta A = (\Delta a/a' + \Delta b/b') A' \text{ y finalmente}$$

$$A = A' \pm \Delta A$$

Si la operación es una división se llegaría al mismo resultado, para los casos de producto y cociente, el error relativo de la medición indirecta es igual a la suma de errores relativos obtenidos en cada medición realizada.

Estos conceptos los podrás ampliar al **realizar** la lectura del libro Experimentación, *Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos* de la página 11 a la 23 (Baird, 2000), que proporciona elementos para determinar las incertidumbres de diferentes mediciones en casos prácticos.

Se sugiere que **revises** el video Error absoluto y relativo (<http://www.youtube.com/watch?v=5cmpf8FNX2c>) referenciado al final de documento, en



donde encontrarás un refuerzo a los dos tipos de errores o incertidumbre.

1.3. Clase de instrumentos

En este tema se podrá discutir bastante, porque existen muchos autores que hacen clasificaciones diferentes de los instrumentos, que si hacen medidas directas tales que cuantifican una variable directamente, algunos de los instrumentos pueden medir diferentes variables en el mismo aparato, que si la medición es indirecta, como por ejemplo mediciones de variables por transferencia, esto es que no tienen una escala de medición y necesitan de otro para presentar el valor de dicha toma, algunos otros comparan con una referencia interna que tienen, algunos otros hacen esta clasificación con referencia a sus limitaciones, criterios de medición y aplicaciones, a su vez esto implica que se dividan en subclasificaciones teniendo en cuenta su precisión y costos.

Pero existe el enfoque tal como el que aborda Creus Solé, donde él toma dos clasificaciones básicas:

- En función del instrumento
- La variable del proceso

Para reforzar esta introducción se te pide que **leas** Creus Solé, A. (1997). *Instrumentación industrial*. (pp.12-21). Colombia: Alfaomega-marcombo y Alan S. Morris, (2001). *Measurement and Instrumentation Principles*, (pp. 12-16). Butterworth/Heinemann

1.3.1. Instrumentos electromecánicos

Cualquier dispositivo que combine partes mecánicas y eléctricas para hacer mediciones de variables puede ser llamado, instrumento electromagnético, por ejemplo un simple timbre de casa, este combina bobina que se energiza enviando energía a una pieza mecánica que vibra con esta energía y golpea una campana, cualquier motor eléctrico que contenga alguna pieza mecánica y esta controle, mueva o desplace algún elemento interno o externo, en si la mayor parte de los instrumentos combinan esta tecnología y permiten la medición de muchas variables y la multifuncionalidad de algunos instrumentos.

En las referencias anteriores podrás leer y ver las características de diferentes dispositivos los cuales funcionan a través de energía y partes mecánicas, unidos ambos dan la ventaja de los dispositivos electromecánicos, ya que con esto se podrán medir las diferentes variables presentadas en cualquier sistema que se presente, además de que



permiten adquirir los datos de diferentes formas y presentaciones, desde las análogas hasta las digitales.

Ten en cuenta que estos dispositivos regulan las señales eléctricas y las transforman en movimientos de algún motor o estas sean tomadas de un motor y generadas de salida para alimentar algún otro dispositivo, ejemplo clásico el potenciómetro, el cual por medio de un movimiento que altera la resistencia del elemento que lo conforma permite o no el paso de energía.

1.3.2. Ley federal sobre metrología y normalización

Con base en la Ley federal sobre metrología y normalización, se logran los principios de la misma que son la legalidad, sistematicidad y el mismo lenguaje para todos, este sistema se encuentra regulado por la ley anteriormente mencionada (LFMN) la cual es la fundamentación para la existencia de las Normas Oficiales Mexicanas en este rubro, mismas que tienen por objetivo principal el incrementar la calidad de los productos y servicios nacionales, así pues que los sectores público, privado y científico coadyuven en la elaboración, control y aplicación de la misma, determinando nuevas normas si fueran necesarias y aplicando las ya existentes, para reforzar esto la LFMN establece el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba, estos darán su Visto Bueno a los laboratorios que trabajen en relación al control de calidad referente a cualquier punto que toque la norma, que a su vez para apoyar esta estandarización se crea la Comisión Nacional de Normalización.

La Ley federal sobre metrología y normalización tiene por objeto establecer el Sistema General de Unidades de Medida para precisar los conceptos fundamentales sobre metrología; establece los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir y los patrones de medida, además de la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto en los productos envasados, e instituye el Sistema Nacional de Calibración.

A continuación, podrás en este enlace obtener la Ley federal sobre metrología y normalización. Centro Nacional de Metrología (2012). En *CENAM*. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130_150618.pdf

A manera de conclusión, se puede decir que existe una gran variedad de instrumentos de medición que se dividen en diferentes categorías dependiendo del tipo de variable a medir, es decir, hay instrumentos que miden el caudal, nivel, presión, temperatura, densidad, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza, etc. y la elección de ellos depende del sistema que trate, ya que todos estarán normalizados internacionalmente,



para que las mediciones no varíen de un lugar a otro, te podrás dar cuenta que también por medio de la Ley de Normalización se puede mantener el estándar en los aparatos de medición y en las lecturas que tomamos adquirir la confianza en algún de estos por diferencia de marcas.

Por último **revisa** el video <http://www.youtube.com/watch?v=Ck1GL5VXVvk> que de manera resumida refiere los tipos de instrumentos de medición de acuerdo a su uso, así como algunas de sus unidades. Donde te podrá quedar mas claro el concepto de instrumento, características de los instrumentos y una de sus clasificaciones.



Cierre de la unidad

Has concluido la primera unidad del curso, en ella identificaste las características estáticas y dinámicas de los instrumentos y cuáles son los procesos de medición. Asimismo, identificaste la importancia de la calibración de los instrumentos y revisaste la Ley federal sobre metrología e instrumentación, esto te permitió definir y organizar la elección de instrumentos de acuerdo con las necesidades del sistema.

Te invitamos a continuar con la siguiente unidad, en la que identificarás las variables físicas en sistemas relacionados con energías renovables, la configuración de sistemas de instrumentación y sus mediciones.



Fuentes de consulta



1. Arca, A. (2006) ARSONVAL, Arsène d'.
http://histel.com/z_histel/biografias.php?id_nombre=11
2. Creus A., (2009) (3ª Edición) *Instrumentos Industriales: Su Ajuste y Calibración*
Barcelona: Marcombo, pág. 5-7.
3. Baird D. C. (1991) *Experimentación. Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos*. Ontario: Prentice Hall. Pp. 217.
4. ESO (2012). *Error absoluto y relativo*.
<http://www.youtube.com/watch?v=5cmpf8FNX2c>