

## THE MEASUREMENT'S CONCEPT IN ENGINEERING

### EL CONCEPTO DE MEDICION EN INGENIERIA

**MSc. Antonio Gan Acosta**

**Universidad de Pamplona**, Facultad de Ingenierías y Arquitectura  
Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.  
Tel.: 57-7-5685303 Ext. 144, Fax: 57-7-5685303.  
E-mail: antoniogan@unipamplona.edu.co

**Abstract:** The concept of measurement used by successful professionals in detection, diagnosis and resolution of faults in industrial systems works, differs from traditional in its dimensions, which among other things are reflected by the definition, the main characteristics of the measurements, requirements by the quality measurements, the logical steps of a measurement process, and the general classification of measurements.

**Resumen:** El concepto de medición utilizado por profesionales exitosos en trabajos de detección, diagnóstico y solución de averías en sistemas industriales, se diferencia del tradicional en sus dimensiones, las cuales, entre otros aspectos, están reflejadas por la definición, las características principales de las mediciones, los requisitos de las mediciones de calidad, las etapas lógicas de un proceso de medición, y la clasificación general de las mediciones.

**Keywords:** Measurement concept, Quality measurement, Stages of measurement. Measurements classification.

#### 1. INTRODUCCION

La experiencia demuestra que los profesionales en los trabajos prácticos en la industria, muy especialmente al encontrar las causas de las averías y dar solución a situaciones urgentes, se dividen en dos grandes grupos, muy rápidos y exitosos y otros algo lentos. Con una marcada diferencia en lo concerniente a labores de diagnóstico y reparación. Si generalmente la formación básica profesional es similar, ¿Qué los diferencia?

A continuación se presentan algunos de los resultados de una investigación realizada con personas exitosas que mostraban significativas habilidades en la medición y diagnóstico, y por tanto una rapidez extraordinaria en la solución de

averías en sistemas industriales. El estudio se centro en especialistas de la electricidad, la electrónica y áreas afines, aunque también se investigaron de otras.

Se concluyó que la diferencia fundamental, no consistía en la preparación básica de pregrado, sino en: un concepto de medición distinto al manejado tradicionalmente sobre todo en las áreas básicas de las físicas y las matemáticas, una interpretación y manejo adecuado de la teoría de errores, la organización de su actividad en etapas lógicas de actuación y el dominio y aplicación de métodos específicos para localizar elementos defectuosos.

Presentamos los resultados referentes a la definición, interpretación y utilización del concepto de medición por profesionales exitosos.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Dimensiones del concepto de medición

Las dimensiones expresan las características de los sistemas procesos, y permiten la utilización o interacción con los mismos.

El concepto de medición utilizado por los ingenieros de forma consciente y explícita, o inconsciente o implícita, se evidencia a través de las siguientes dimensiones: definición del concepto, características principales de las mediciones, requisitos de calidad de las mediciones, etapas lógicas de un proceso de medición, que a la vez es una forma más amplia y explícita de expresar el concepto de medición, y las clasificación general de las mediciones, los cuales presentamos.

### 2.2. Definición del concepto de medición

Los conceptos tradicionales y clásicos de medición, generalmente reflejan la comparación de una magnitud con otra aceptada como unidad y expresar el resultado con un número o símbolo.

$$n = \frac{A}{a} \quad (1)$$

Donde:

- $n$ ; Resultado de la medición.
- $A$ ; Valor de la magnitud física.
- $a$ ; Unidad de la magnitud física

Lord Kelvin dijo: *“Solo cuando es posible medir y expresar en forma numérica aquello de que se habla, se sabe algo acerca de ello; nuestro saber será deficiente, mientras no seamos capaces de traducirlo en números”*.

Los conocimientos actuales sobre: el funcionamiento del cerebro humano, la estructura y dimensiones de la inteligencia emocional y la intelectual, los canales de comunicación del hemisferio derecho y el izquierdo con el medio que nos rodea, y su forma de procesar la información, nos permitió entender, el concepto de medición, que en la mayoría de los casos de forma implícita no consciente, manejan los profesionales exitosos investigados; un enfoque más amplio, que aunque no exige siempre un número como resultado, tampoco excluye los conceptos tradicionales, el cual se define como:

*“Medir, es obtener un reflejo cuantitativo del valor de las magnitudes físicas, para satisfacer necesidades humanas, científicas o tecnológicas, utilizando medios de medición”*.

Este concepto nos recuerda la frase de Aristóteles: *“Es indicativo de una mente instruida aceptar el grado de precisión, que la naturaleza de lo estudiando admite, y no buscar la exactitud, donde solo es posible hallar una aproximación a la verdad”*.

En la definición se observan tres momentos importantes, obtener un reflejo cuantitativo, no necesariamente un número o símbolo; satisfacer una necesidad y utilizar medios de medición.

#### **Reflejo cuantitativo.**

El valor verdadero de una magnitud física, es una verdad absoluta que no depende de nuestros medios de conocimiento, y que nunca podremos obtener y conocer, y por tanto es más acertado hablar de un reflejo cuantitativo.

Los medios de medición son humanos, y por tanto no perfectos, el error podrá ser muy pequeño, pero nunca dejará de existir. También hay muchas situaciones en la industria y la investigación, en las que es suficiente conocer *cómo* y no *cuanto* variaron las magnitudes físicas, o en qué orden están. Buscar el número resultado de la medición, en ocasiones es un proceso que exige de un tiempo significativo, útil para otras acciones, que no debe perderse.

#### **Satisfacer necesidades.**

Como resultado de las mediciones debe entenderse su interpretación y el diagnóstico o la solución de los problemas si existen. Al terminar un proceso de medición de un dispositivo, debe llegarse a conclusiones que expresen su estado de funcionamiento, no sería suficiente que se expresase única y exclusivamente el valor de las magnitudes medidas.

#### **Utilizar medios de medición.**

Conocer el valor de una magnitud física por la información recibida a través de cualquier medio de comunicación, no es medir. Por ejemplo conocer la temperatura ambiente por la información de la radio; pero si lo es, si usted la conoce a través de la lectura en un termómetro de mercurio.

### 2.3 Características fundamentales de las mediciones

Las características más importantes de las mediciones son:

El principio de medición que expresa el conjunto de fenómenos físicos que se utilizan para realizar las mediciones, por ejemplo, medir temperatura con termómetro de mercurio, o medir temperatura con un termómetro que utiliza la dependencia de la barrera de potencial de un diodo, de la temperatura. El método de medición, que es el conjunto de procedimiento que se utilizan para realizar las mediciones, por ejemplo el método de cero, el método diferencial o el método de la coincidencia. Y el error de la medición, que expresa su grado de imperfección. En dependencia del tipo atendiendo a las exigencias de precisión de las mediciones, es el procedimiento matemático para determinar y evaluar su error.

#### 2.4 Requisitos de las mediciones de calidad

Todo proceso debe tender a una calidad óptima, según los criterios de las ISO 900, calidad ante todo es satisfacer necesidad, dar confianza. Al medir deben tenerse en cuenta dos requisitos fundamentales, la exactitud y la precisión.

La exactitud relaciona los criterios cuantitativos que expresan el grado de perfección de una medición; la precisión atiende criterios cualitativos relacionados con los costos y gastos de las mediciones, tanto en recursos económicos como en tiempo.

Buscando la menor cantidad de error, no se pueden hacer gastos económicos ni de tiempo ilimitados. Una muy buena exactitud puede ser una pésima precisión, o una muy mala exactitud puede ser una excelente precisión.

Siendo importante considerar, que Ambos requisitos tienen la misma importancia, y para que la medición sea de calidad debe encontrarse el punto o balance óptimo entre ambos aspectos. No es objetivo de este trabajo analizar los conceptos de exactitud y precisión. Quizás sea oportuna la pregunta. ¿Cómo lograr mediciones de calidad?

#### 2.5 Etapas lógicas de un proceso de medición

Las etapas lógicas de un proceso de medición, es una ampliación más profunda del concepto de medición, a partir de una definición detallada de las acciones necesarias para ejecutarlas.

Y además es una guía que orienta y responde a la pregunta ¿cómo obtener mediciones de calidad? Todo proceso de medición consta de tres momentos fundamentales:

Creación de las condiciones necesarias (A).  
Toma de las indicaciones de los instrumentos (B).  
Procesamiento de los datos y su interpretación (C).  
Esto puede desglosarse en las siguientes etapas:

#### Etapa I. Valoración y selección.

Valoración de:

- La naturaleza de la magnitud objeto de la medición.
- La capacidad energética.
- El posible valor de la magnitud objeto de la medición.
- Las exigencias de precisión de la medición.
- Las características del medio ambiente.
- Las condiciones de la medición.
- Leyes y resoluciones vigentes.
- Las normas de seguridad e higiene del trabajo.

La naturaleza de la magnitud objeto de la medición, determina el tipo de medio de medición a utilizar, y los esquemas de medición.

La capacidad energética, determina el método de medición que se debe aplicar.

El posible valor de la magnitud objeto de la medición, determina el campo de medición a utilizar.

Las exigencias de precisión de la medición, determina el tipo de tratamiento a seleccionar en el análisis de errores.

Las características del medio ambiente, determinan si es necesario que el instrumento tenga protección especial contra temperatura, agresividad química o de otro tipo.

Las condiciones de la medición, se refieren a los requisitos establecidos en normas, como por ejemplo, humedad relativa de la atmósfera, tiempo o duración de la medición, etc., por ejemplo en las medidas de aislamiento.

Las leyes y resoluciones vigentes, establecen todos los parámetros legales y normativas que deben atenderse antes de realizar una medición.

Las normas de seguridad e higiene del trabajo, garantizan la integridad física de las personas involucradas en los procesos de medición, y el tipo de medios de medición a utilizar.

Selección de:

- El esquema de medición.
- El método de medición.

- El instrumento de medición.
- El campo de medición.
- El campo de escala.
- El campo de medición y el campo de escala se seleccionan teniendo en cuenta los criterios de seguridad, precisión y comodidad.

#### ***Criterios de Seguridad Precisión y Comodidad.***

Estos criterios orientan para la selección adecuada de los campos de medición y de escala de los instrumentos.

#### ***Criterio de seguridad.***

“El límite superior del campo de medición debe ser mayor o igual que el valor de la magnitud a medir”. Es de obligatorio cumplimiento, en caso contrario está en juego y peligra no solo el estado físico de los medios de medición, sino la integridad física y la vida de las personas involucradas.

En caso de que no se pueda garantizar, la única opción posible es NO MEDIR.

#### ***Criterio de precisión.***

“La indicación del instrumento, debe estar en una zona de la escala que garantice la precisión adecuada”.

Algunos autores recomiendan que las indicaciones deben obtenerse en el tercer cuarto de la escala, otros por encima del ochenta por ciento, en realidad eso depende de las exigencias de precisión y cualquier zona puede ser adecuada o incorrecta.

#### ***Criterio de comodidad.***

“El valor de la indicación debe ser en unidades o en el múltiplo o submúltiplo más próximo”.

Las personas involucradas en los procesos de medición, por sus características psicológicas como seres humanos, interpretan y se familiarizan con mayor facilidad, con cifras expresadas en unidades, relacionadas con los dedos de las manos.

En los instrumentos autorango, este proceso se realiza de forma automatizada.

#### **Etapa II. Cálculo de la constante del instrumento y el valor de cada marca cifrada.**

Esta etapa permite familiarizarse con el instrumento de medición seleccionado.

#### **Etapa III. Localización de la magnitud objeto de medición.**

Involucra dos procesos relativamente complejos, localizar el punto físico de medición, pues

cualquier circuito involucra cientos o miles de ellos, y localizarlo después de analizar un esquema de funcionamiento es algo que exige de habilidades especiales.

Y localizar la señal objeto de medición, pues en un mismo punto físico, pueden haber señales de distinta naturaleza, como por ejemplo de corriente continua, de alterna sinusoidal, de alterna diente de sierra, etc.

Si no se escoge el punto y se sintoniza adecuadamente el medio de medición, se puede estar midiendo algo muy distante de lo que se desea.

#### **Etapa IV. Cálculo del valor de la indicación del instrumento.**

Para las mediciones de detección y valoración son idóneos los instrumentos con indicación analógica, estas representan más del 95 por ciento de las mediciones que se realizan en la industria, para las mediciones de cálculo, de control, verificación y de alta precisión son mejores los instrumentos con indicación digital.

En los instrumentos con indicación digital, el proceso es muy sencillo, solo es mirar y observar el número representado en el indicador del instrumento de medición.

En los instrumentos analógicos puede haber dos procedimientos para obtener el valor de la indicación, utilizando medios técnicos y matemáticos, o solo mediante acciones mentales.

La tendencia primaria siempre que sea posible, debe ser, obtener el valor utilizando solamente acciones mentales.

#### **Etapa V. Análisis de los errores de la medición.**

Siempre, en los procesos de medición, hay involucrados errores y niveles de exactitud y precisión, no considerarlos puede conducir a informaciones y conclusiones falsas.

El proceso de análisis puede llegar a la necesidad de cálculos matemáticos y utilización de medios técnicos para ello, o simplemente valoraciones y consideraciones.

#### **Etapa VI. Interpretación de los resultados obtenidos.**

En las mediciones de cálculo, es suficiente obtener el número que indique el valor de la magnitud física medida.

Pero si usted mide un equipo, dispositivo o sistema, y al final no concluye que su estado de funcionamiento es bueno, regular o malo, y diagnostica los problemas en caso de que existan, no puede decir que sabe medir.

Las etapas 1 y 2, corresponden al momento A, las 3 y 4 al B, y las 5 y 6 al C.

## 2.1 Clasificación general de las mediciones

La clasificación general de las mediciones complementa el concepto de medición, y es el punto de partida para el análisis de errores e interpretación de los resultados de las mediciones, facilitando realizar mediciones de calidad.

Atendiendo a la forma de obtener los resultados las mediciones pueden ser directas o indirectas.

Mediciones directas, son aquellas en las cuales el valor de la magnitud objeto de medición, se conoce directamente a partir de la indicación de los instrumentos de medición. Por ejemplo, al medir tensión con voltímetro, corriente con amperímetro, etc.

Mediciones indirectas, son aquellas en las cuales el valor de la magnitud objeto de medición, se conoce a partir de relaciones existentes entre la magnitud objeto de medición y otras conocidas de forma directa. Por ejemplo al conocer el valor de la potencia en un circuito eléctrico, a partir de mediciones directas de tensión y corriente, utilizando la relación existente entre estas magnitudes, como se ilustra en la siguiente ecuación:

$$P = U * I \quad (2)$$

Donde:

$P$ ; potencia.,  $U$ ; tensión.,  $I$ ; corriente.

Atendiendo a las exigencias de precisión, las mediciones pueden ser técnicas cuando se realizan en los procesos tecnológicos e industriales, y de laboratorio cuando se ejecutan en centros especializados.

Las mediciones técnicas pueden ser de detección, de valoración, de cálculo y de control. Son realizadas generalmente por personal poco calificado que necesita instrucción.

*Mediciones de detección*, son aquellas en las cuales el suficiente conocer la existencia de las magnitudes físicas. Por ejemplo al determinar la existencia de tensión en un toma corriente, con una

lámpara indicadora, o al determinar un valor “1” o “0” lógico en un circuito digital, con una punta de prueba indicadora.

*Mediciones de valoración*, son aquellas en las cuales es necesario y suficiente, conocer el orden de las magnitudes físicas. Por ejemplo al determinar con un voltímetro si la tensión de la red de energía está en un valor aceptable para conectar una nevera.

*Mediciones de cálculo*, son aquellas en las cuales es necesario conocer el valor numérico de las magnitudes físicas. Por ejemplo al medir la tensión en un circuito con el objetivo de calcular el valor de una resistencia limitadora de corriente.

*Mediciones de control*, son aquellas en las cuales es necesario utilizar estimación por intervalo de las magnitudes. Por ejemplo al medir el valor de tensión en una red para saber si se encuentra en su rango nominal, utilizando un voltímetro que introduce un error de un (1) voltio.

Las mediciones de laboratorio pueden ser de verificación o de alta precisión, requieren de personal altamente calificado.

*Mediciones de verificación*, son aquellas que se utilizan para conocer el estado técnico de los medios de medición, pueden ser de *comprobación*, cuando se comprueba la clase de precisión de un medio de medición, o de *calibración*, cuando se le asigna la clase de precisión a un medio de medición.

*Las mediciones de alta precisión* son las que se utilizan en las investigaciones científicas o en la fabricación de medios de medición.

## 3. CONCLUSIONES

Un nuevo enfoque, no excluyente del clásico y tradicional, del concepto de medición, permite a los profesionales realizar mediciones más eficaces y eficientes, obtener el valor de las magnitudes físicas y agilizar los procesos de diagnóstico del estado de funcionamiento de dispositivos, equipos y sistemas industriales.

Las dimensiones del concepto de medición son: la definición, las características de las mediciones, los requisitos de calidad, las etapas lógicas y la clasificación general.

#### 4. REFERENCIAS

- Albert Paul Malvino. Principios de electrónica, sexta edición. McGraw-Hill /Interamericana de España, S.A.U. 1111pp. Madrid. España. 2003.
- Katsuhiko Ogata. Ingeniería de control moderna, tercera edición. Prentice-Hall Hispanoamericana. 997 pp. México 1998.
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Colado, Pilar Baptista Lucio. Metodología de la investigación, tercera edición. McGraw-Hill /Interamericana Editores, S.S. DE C.V. 706 PP. México 2004.
- Robert L. Boylestad; Louis Nashelsky. Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 1020 pp. Mexico 2003.
- Stanley Wolf; Richard F.M. Smith. Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio. Prentice -Hall Hispanoamericana, S.A. 584 pp. México. 1992.
- William D. Cooper. Albert D. Helfrick. Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición. Prentice-Hall Hispanoamericana. 450 pp. México.1991.