

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CALIBRACIÓN DE INDICADORES DE PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA

Design of procedures for the calibration of non-invasive blood pressure monitoring

RESUMEN

El Laboratorio de Metrología – Variables Eléctricas, está en proceso de acreditar un laboratorio de calibración /ensayos de equipo electromédico en las áreas de: Seguridad Eléctrica, Electrocardiografía, Electroencefalografía, Monitoría Fetal, Pulsioximetría SpO₂, Electrobisturías, Desfibriladores/Marcapasos, Presión Arterial, Bombas de Infusión, Incubadoras, Flujo de Gas, Respiradores entre otros. En el contenido de éste artículo se hace referencia al procedimiento de calibración de indicadores digitales de presión arterial no invasiva; procedimiento para el cual no existe una norma técnica específica y que el grupo de electrofisiología ha diseñado para tal fin.

PALABRAS CLAVES: Metrología electromédica, trazabilidad, calibración, equipo electromédico, Indicador Digital de presión No Invasiva.

ABSTRACT

The Metrology Laboratory - Electrical Variable, it is designing the procedures for calibration and testing in the areas of: Electrical Safety, Electrocardiography, Electroencephalography, Fetal Monitoring, Pulse Oximeter SpO₂, Electrosurgery, Defibrillator/Pacemaker, Blood Pressure, Infusion Pumps, Incubator, Gas Flow, Ventilators. In the content of this one article reference to the procedure is made of calibration of non-invasive blood pressure monitoring; procedure for which a technical norm doesn't exist specifies and that the electrophysiology group has designed for such an end.

KEYWORDS: Biomedical metrology, trazability, calibration, tests, electromedical equipment, non-invasive blood pressure monitoring.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA

El concepto de circulación de la sangre enunciado por los médicos chinos, se anticipa en más de 3500 años al enunciado por William Harvey en el libro “De Motu Cordis” (1628). La explicación que los chinos dieron en base a la observación y al razonamiento, fue confirmada por Harvey valiéndose del examen anatómico-patológico y de la experimentación fisiológica. El examen del pulso fue la técnica diagnóstica más usada en la antigua China. El médico palpaba el pulso del paciente en ambas arterias radiales y lo comparaba con su propio pulso. Comprobaba y anotaba a continuación los hallazgos del examen que pudieran tener influencia en la alteración de la onda pulsátil.

Debió transcurrir casi un siglo para que se obtuvieran mediciones confiables de la presión arterial. Pousselle, médico y físico a la vez, no sólo perfeccionó el método de registro, sino que fue el autor de la fórmula que rige las leyes físicas de la presión arterial. Faivre fue el primero en medir la presión intra-arterial en el hombre usando el hemodinamómetro de mercurio de Pousselle.

Nicolai Korotkoff, había descubierto que el diagnóstico diferencial entre un aneurisma arterial y un tumor sólido se hacía con mayor facilidad por auscultación que por palpación.

LUÍS G. MEZA CONTRERAS

Profesor Departamento de física
Jefe de Calibración Laboratorio de Metrología - Variables Eléctricas
Departamento de física.
Universidad Tecnológica de Pereira
lgmeza@utp.edu.co

LUÍS ENRIQUE LLAMOSA R

Profesor Titular
Director Laboratorio de Metrología
Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
lellamo@utp.edu.co

NATALIA IZQUIERDO

Auxiliar de Calibración
Laboratorio de Metrología - Variables Eléctricas
Estudiante de Ingeniería física
Departamento de física.
Universidad Tecnológica de Pereira
natyrmt@hotmail.com

En 1905 resuelve aplicar sus pericias acústicas a las técnicas, aún rudimentarias, de medición de la presión arterial. El procedimiento llegó a tener tal consistencia y precisión en normales e hipertensos, que se difundió con rapidez. El manómetro de mercurio sigue siendo hasta hoy el patrón de medida más confiable para el registro de la presión arterial. [1]

1.2 ¿QUE ES LA PRESIÓN ARTERIAL? El término “**presión arterial**” se refiere a la presión (fuerza por unidad de superficie) que ejerce la sangre contra la pared de las arterias. Esta presión es imprescindible para que circule la sangre por los vasos sanguíneos y aporte el oxígeno y los nutrientes a todos los órganos del cuerpo para que puedan funcionar. [2]

La presión arterial junto con la presión venosa es un tipo de presión sanguínea, que es la presión que existe dentro de los vasos sanguíneos. [3]

La presión arterial se mide normalmente en milímetros de mercurio (mmHg) sobre la presión atmosférica, las lecturas de presión arterial miden las dos partes de la presión: la presión sistólica y la presión diastólica, Figura 1.

1.2.1 Presión arterial sistólica (PAS): corresponde al valor máximo de la tensión arterial en sístole cuando el corazón late y se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos.

1.2.2 Presión arterial diastólica (PAD): corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole o entre latidos cardiacos, esta depende fundamentalmente de la resistencia vascular periférica. Se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso. [2]



Figura 1. Medición de la presión arterial utilizando un esfigmomanómetro de mercurio

Las cifras indican la presión en unidades de milímetros de mercurio (mm Hg), es decir, la altura a la cual la presión dentro de las arterias podría elevar una columna de mercurio. Por ejemplo, una lectura de 120/80 mm Hg significa que la presión sistólica es de 120 mm Hg y la diastólica es de 80 mm Hg. La presión arterial, describe una curva, que por lo menos tiene tres puntos: la PAD (inicial/final) y la PS. Su longitud depende de la frecuencia cardiaca. La diferencia entre PAS y PAD es la presión diferencial o presión de pulso. La presión arterial media (PAM) representa la presión promedio durante todo el ciclo y es aproximadamente igual a:

$$PAM = PAD + 1/3 \text{ presión diferencial} \quad [4]$$

En la siguiente tabla se muestran los valores normales y anormales de la presión arterial:

Tabla de clasificación de presión arterial		
Categoría	Sistólica (mm Hg)	Diastólica (mm Hg)
Normal	Inferior a 120	Inferior a 80
Prehipertensión	120-139	80-89
Hipertensión		
Grado 1	140-159	90-99
Grado 2	160 o más	100 o más

1.3 Medición de la presión arterial

Son utilizadas dos maneras para realizar la medición de la presión arterial; no invasiva e invasiva.

1.3.1 Forma no invasiva

Existen tres formas de medir la presión arterial no invasiva:

1.3.1.1 Método de auscultación. Auscultar es escuchar mediante la aplicación inmediata de la oreja o con el estetoscopio o fonendoscopio los ruidos producidos en el

interior del organismo, principalmente los cardiacos y respiratorios y en menor grado los abdominales. En este método se utiliza un esfigmomanómetro que es un dispositivo que consta de: una bolsa inflable (manguito) conectada a una bomba manual (pera) la cual posee una válvula unidireccional que permite la salida del aire; esta puede ser de mercurio o aneroide.

* **De mercurio:** consiste en una cubeta que contiene mercurio conectada a un tubo vertical de cristal con un extremo abierto por donde sube el mercurio al inflar el manguito. El tubo está calibrado entre 0 y 300 mm, figura 2 a.

* **Aneroide:** se trata de un resorte móvil que mueve una aguja sobre escala circular, con divisiones cada 2 mm Hg, figura 2 b. [6]

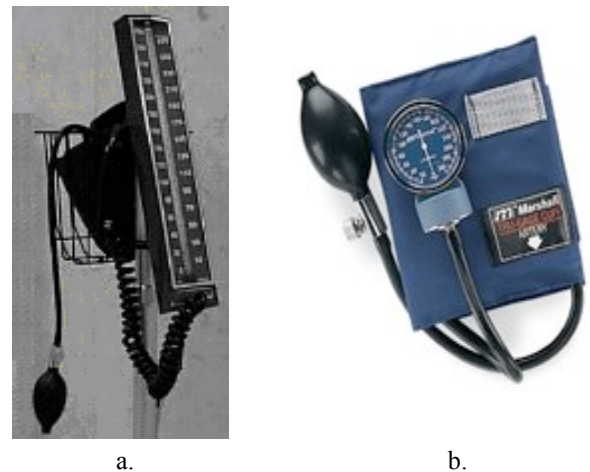


Figura 2. Medición de la presión arterial, a). Esfigmomanómetro de mercurio, b). Esfigmomanómetro aneroide.

El método de auscultación es el más usado en la práctica clínica, confiable, fácilmente reproducible y junto al directo y el oscilométrico son los únicos que miden PAD. [7]

El proceso es el siguiente:

- 1 Se coloca el esfigmomanómetro a la altura del antebrazo.
2. Se ausculta la arteria braquial (es la arteria del brazo, que suministra sangre oxigenada a los brazos) Nota: El flujo sanguíneo en las arterias es laminar, por lo tanto silencioso. Cuando son auscultadas con un fonendoscopio no es posible oír ningún ruido. Figura 3 a.
3. Se infla el esfigmomanómetro a una presión arterial por encima de la presión arterial sistólica, la arteria se cierra y el flujo sanguíneo en ella se detiene, por lo cual no es posible oír ningún ruido.
4. Se disminuye la presión del sistema paulatinamente, por medio de la válvula de salida de aire. En las arterias la sangre tiene un flujo laminar, es decir, las líneas de corriente fluyen de forma paralela. Cuando la presión del tensiómetro empieza a descender y su presión se encuentra entre la

presión arterial sistólica y diastólica, el flujo sanguíneo que pasa a través de una arteria comprimida produce un flujo turbulento (agitación mas o menos intensa del flujo, formación de remolinos), causando vibraciones en la arteria que son oídas por medio del fonendoscopio. Estos sonidos son conocidos como **Ruidos de Korotkoff**, el primer médico que los describió, figura 3 b. [8]

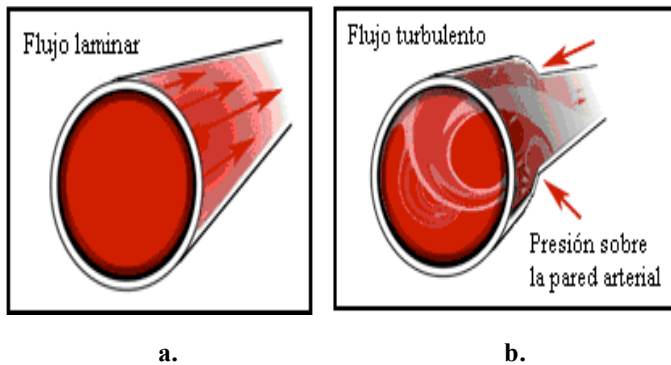


Figura 3. a. Flujo laminar, b. Flujo turbulento

1.3.1.2 Método Oscilométrico

Es el más usado en los hospitales. Se utiliza un aparato electrónico basado en el análisis de la onda de pulso que detecta la oscilación arterial, Figura 4. Cuando el brazalete es inflado a una presión por sobre la PAS y es gradualmente desinflado, se describen tres cambios en la magnitud de la onda de oscilación: Un súbito incremento en la amplitud de la oscilación es PAS, el aumento máximo en la amplitud corresponde a la presión arterial media (PAM) y una súbita disminución en la amplitud a la PAD. Este método elimina errores del operador, especialmente cuando el sonido de Korotkoff es débil. [7]



Figura 4. a). Equipo electrónico automático, b). Equipo electrónico semi-automático.

1.3.13. Método de Ultrasonido (Doppler).

Es Un método simple, no invasivo y exacto, se aplica especialmente en niños pequeños con presión baja en quienes la técnica auscultatoria es insegura, Figura 5. El Doppler sustituye al estetoscopio. Se coloca el mango de presión en el brazo, se aplica el transductor plano del Doppler (que mide y recibe el ultrasonido generado) sobre la arteria radial o braquial, con interposición de gelatina de contacto. El brazalete se infla hasta por encima de la PAS estimada, luego se desinfla gradualmente, cuando se oye un ruido agudo, la

presión que se lee o se inscribe en el manómetro es la PAS, no existe buena correlación con la PAD. [7]

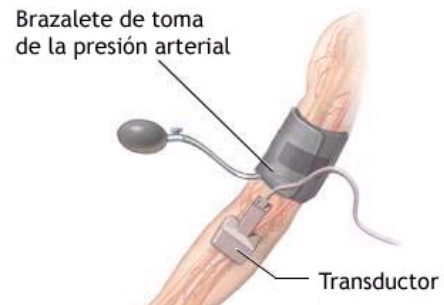


Figura 5. Medida de la presión arterial con el método de Ultrasonido.

1.3.2 Forma invasiva

Se realiza de forma invasiva con catéteres intravasculares sobre las arterias femoral y braquial. Estas técnicas son cruentas e invasivas y de momento están reservadas a unidades especiales (Observación de Urgencias, Cuidados Intensivos, Quirófanos) y para situaciones críticas en las que es preciso un conocimiento continuo y preciso de la presión arterial. [5]

2. DEFINICIONES

2.1 DEFINICIONES METROLÓGICAS FUNDAMENTALES:

Este procedimiento utiliza las definiciones metrológicas de conformidad con la norma NTC-2194, vocabulario de términos básicos y generales en metrología y la norma NTC-IEC-60601-1, Equipo Electromédico. Parte 1: Requisitos Generales para la seguridad, ellas son:

2.1.1 Exactitud de medición. Cercanía del acuerdo entre el resultado de una medición y un valor verdadero de la magnitud por medir [12].

2.1.2 Instrumento de medición digital. Instrumento de medición que suministra una señal de salida en forma digital [12].

2.1.3 Instrumento de medición análogo. Instrumento de medición en el cual la salida o la presentación de la información es una función continua de la magnitud por medir o de la señal de entrada [12].

2.1.4 Patrón de trabajo. Patrón que se utiliza rutinariamente para calibrar o comprobar, instrumentos de medida [12].

2.1.5 Error de medición. Resultado de una medición menos un valor verdadero de la magnitud por medir.

Nota. Cuando se necesita distinguir entre “error” y “error relativo”, el primero a veces se denomina **error absoluto de medición**. Este no se debe confundir con el **valor absoluto de error**, que es el módulo del error [12].

2.1.6 Repetibilidad de un instrumento de medición. Aptitud de un instrumento de medición

para dar indicaciones muy cercanas, en aplicaciones repetidas de la misma magnitud por medir bajo las mismas condiciones de medición [12].

2.1.7 Incertidumbre de la medición. Parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir.

Nota1: El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o un múltiplo dado de ella), o la semi-longitud de un intervalo que tenga un nivel de confianza determinado [12].

2.1.8 Evaluación (de incertidumbre) Tipo A. Método para evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones [13].

2.1.9 Evaluación (de incertidumbre) Tipo B. Método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones [13].

2.1.10 Calibración. Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de las magnitudes que indiquen un instrumento de medición o un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes determinados por medio de los patrones [12].

2.1.11 Equipo electromédico. Equipo eléctrico, provisto de una sola conexión con la red de alimentación y destinado a diagnosticar, tratar rehabilitar y/o vigilar al paciente bajo supervisión médica y que tiene contacto físico con el paciente y/o transfiere energía, y/o recibe energía [10].

3. CALIBRACIÓN DE INDICADORES DE PRESIÓN NO INVASIVA DIGITALES

El Analizador de Presión Arterial no Invasiva NIBP FLUKE CUFFLINK (figura 6), permite la verificación simple y correcta de los Indicadores de presión arterial no invasiva digitales.

Esta calibración está basada en la aplicación de métodos y normatividades internacionales, con equipos trazados a patrones internacionales, y certificados de acuerdo a normas internacionales aceptadas, para proveer las variables necesarias en la calibración de pulsioxímetros [9], [11].

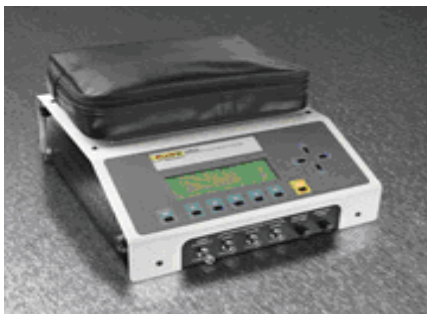


Figura 6. Analizador de Presión Arterial no Invasiva NIBP FLUKE CUFFLINK.

3.1 EQUIPO Y MATERIALES EMPLEADOS: Patrón de trabajo: Analizador de presión arterial no invasiva - NIBP CUFFLINK (figura 6), Brazo artificial (Mandril), accesorio que reemplaza el brazo del paciente (Ver figura 7),

Mangueras de conducción (Ver figura 8 a), Adaptadores (Ver figura 8 b).

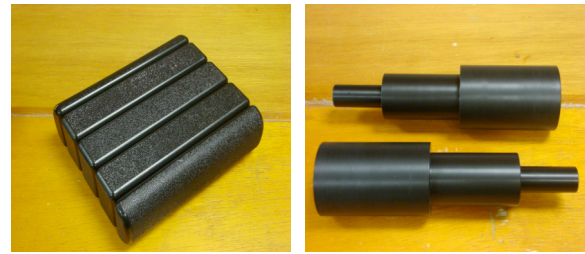


Figura 7. Brazo artificial (Mandril), a) Mandril para adulto, b) Mandril para neonato.

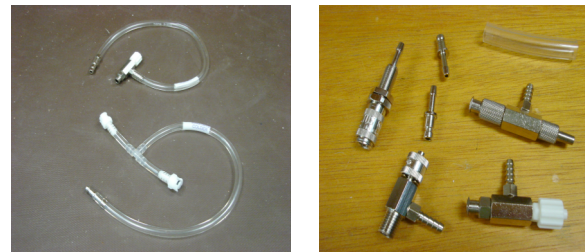


Figura 8. a) Mangueras de conducción, b) Adaptadores.

3.2 Preparación y precauciones para el ensayo.

3.2.1 Condiciones de temperatura y humedad relativa. El laboratorio realiza los ensayos de monitores de presión arterial no invasiva - NIBP bajo las siguientes condiciones ambientales:

Humedad Relativa: 30% a 75%

Temperatura ambiente: 10 °C a 40 °C

Para verificar estos valores, el laboratorio emplea un termohigrómetro que proporciona el registro de las variables de Temperatura y Humedad Relativa presentes en el lugar donde se realiza el ensayo.

3.2.2 Preparación del analizador de Presión Arterial no Invasiva NIBP FLUKE CUFFLINK.

El analizador de presión arterial no invasiva - NIBP se activa después de encenderse por lo que su estado de operación es inmediato.

3.2.3 Preparación del equipo para el ensayo.

* Ubicar el equipo bajo prueba en un área segura, alejado de los pacientes.

* Conectar el equipo bajo prueba a la red de alimentación referenciada a tierra.

3.3 Prueba con el analizador de presión arterial no invasiva NIBP FLUKE CUFFLINK: El analizador de presión arterial no invasiva NIBP FLUKE CUFFLINK se encarga de generar los diferentes parámetros a ser analizados en indicadores de presión arterial no invasiva digitales.

El propósito general de los valores medidos es diagnosticar el funcionamiento pertinente del equipo bajo prueba.

Los parámetros a ser analizados en indicadores de presión arterial no invasiva digitales son los siguientes:

Medida de la presión en el brazalete: Fuga (mmHg/min), Presión (mmHg), Presión máxima (mmHg).
 Simulación de presión arterial adulta y neonatal: Frecuencia cardiaca (BPM), Presión sistólica (mmHg), Presión diastólica (mmHg) [9].

4. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE [13], [14]

Para la estimación de la incertidumbre en la calibración de indicadores de presión no invasiva digitales, el equipo bajo prueba mide la variable y el patrón de trabajo la genera, por lo tanto, deben tenerse en cuenta las siguientes actividades:

- Modelar matemáticamente el procedimiento de medición:

$$E = (\bar{Ai} + \ddot{a}Ai) - (Ar + \ddot{a}Ar + \delta Ar1) \quad (1)$$

Donde:

- Ar Lectura del equipo patrón.
- \bar{Ai} Valor medio de las lecturas del equipo a Calibrar.
- $\ddot{a}Ar$ Corrección en la indicación del Patrón de Trabajo debido a:
 - Desviaciones en la Temperatura Ambiente y Humedad Relativa.
 - Variaciones en la fuente de alimentación.
 - Variaciones a partir de calibraciones pasadas.
- $\ddot{a}Ai$ Corrección de indicación por resolución del equipo a Calibrar.
- $\ddot{a}Ar1$ Corrección de indicación por resolución del Patrón de Trabajo.
- E Error absoluto.

De la expresión 1, podemos hacer las siguientes aclaraciones: La resolución corresponde al dígito menos significativo observado en la pantalla del equipo a calibrar o el patrón de trabajo. La corrección en la indicación por resolución es igual a cero, por lo tanto $\delta Ai = \delta Ar1 = 0,0$.

Para la corrección en la indicación del patrón de trabajo, el laboratorio tiene en cuenta los aspectos establecidos por el fabricante, el patrón de trabajo se calibra cada año y además el resultado del certificado de calibración muestra que las especificaciones del fabricante se cumplen, el estimado de δAr es 0,0.

De acuerdo con lo anterior la expresión (1) se reduce a:

$$E = \bar{Ai} - Ar \quad (2)$$

De la expresión 2, las lecturas \bar{Ai} corresponden a los valores de SpO2 (%) y Pulso Cardiaco (BPM) medidos por el equipo bajo prueba y las lecturas Ar corresponden a los valores de SpO2 (%) y Pulso Cardiaco (BPM) generados por el equipo patrón (Analizador de Pulsioxímetros **SPO2 METRON DAEG**).

- Evaluar los tipos de incertidumbre estándar. En los tipos de incertidumbre (Tipo A y tipo B) se presentan diferentes fuentes de incertidumbre durante el proceso de medición, esas fuentes se visualizan en la figura 6:
- Evaluar la incertidumbre **Tipo A** por repetibilidad de las lecturas.

$$\bar{Ai} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n Ai \quad (3) \quad S(\bar{Ai}) = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (Ai - \bar{Ai})^2} \quad (4)$$

$$U_A = \frac{S(\bar{Ai})}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Donde:

- Aii : Cada una de las lecturas patrón registrada durante la Calibración.
- n : Número de mediciones realizadas en la Calibración. Este número es igual a seis (6).
- $S(\bar{Ai})$: Desviación estándar.
- U_A : Incertidumbre estándar Tipo A.

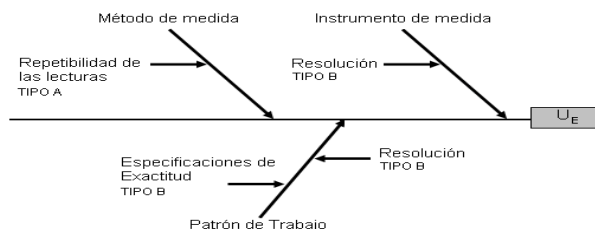


Figura 6. Fuentes de incertidumbre involucradas en el proceso de medición.

- Evaluar la incertidumbre **Tipo B** por especificaciones de exactitud del patrón de trabajo (U_{B1}).

$$U_{B1} = \frac{\text{Especificaciones del patrón de trabajo}}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

- Evaluar la incertidumbre **Tipo B** por resolución del patrón de trabajo (U_{B2}).

$$U_{B2} = \frac{\text{Resolución}}{2 * \sqrt{3}} \quad (7)$$

- Evaluar la incertidumbre **Tipo B** por resolución del equipo a Calibrar (U_{B3}).

$$U_{B3} = \frac{\text{Resolución}}{2 * \sqrt{3}} \quad (8)$$

- Hallar los coeficientes de sensibilidad. Partiendo de la expresión 2, tenemos:

$$\frac{\partial E}{\partial Ai} = 1 ; \frac{\partial E}{\partial Ar} = -1 \quad (9)$$

- Determinar el valor de la incertidumbre combinada **UC**. Esta incertidumbre se calcula a partir de las incertidumbres estándar (Tipo A y Tipo B) y de los coeficientes de sensibilidad (ecuación 9).

$$U_C = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial Ai}\right)^2 * U_A^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial Ar}\right)^2 * (U_{B1}^2 + U_{B2}^2) + \left(\frac{\partial E}{\partial Ai}\right)^2 * U_{B3}^2}$$

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2} \quad (10)$$

- Identifique la incertidumbre dominante en la expresión (10).

- Calcule la incertidumbre combinada sin tener en cuenta la incertidumbre estándar dominante.

$$U'_C = \sqrt{U^2_C - U^2_{Do\ min\ ante}} \quad (11)$$

- Calcule la relación entre U'_C y $U_{Dominante}$.

$$C = U'_C / U_{Dominante} \quad (12)$$

- ¿La relación de la ecuación (12) es menor a 0,3?
- a) Si la relación es menor a 0,3, siga las actividades marcadas con (*).
- b) Si la relación es mayor o igual a 0,3, siga las actividades marcadas con (**).
- * De acuerdo con el ítem a), asuma un factor de cobertura $k = 1,65$.
- * Calcule la incertidumbre expandida de acuerdo con la siguiente expresión:
 $U_E = k U_C = 1,65 U_C$ (13)
- ** De acuerdo con el enunciado b), halle el número de grados efectivos de libertad (γ_{ef}) de acuerdo con la expresión (14).

Donde:

γ_i : Número efectivo de grados de libertad de cada contribución (U_A y U_{Bi}), el valor se obtiene aplicando las siguientes reglas:

γ_i : $n - 1$ para evaluaciones Tipo A.

γ_i : 1×10^{100} cuando se aplican distribuciones rectangulares.

$$\gamma_{ef} = \frac{U^4_C}{\sum_{i=1}^n \frac{U^4_i}{\gamma_i}} = \frac{U^4_C}{\frac{U^4_A}{\gamma_1} + \frac{U^4_{B1}}{\gamma_2} + \frac{U^4_{B2}}{\gamma_3} + \frac{U^4_{B3}}{\gamma_4}} \quad (14)$$

Nota. Teóricamente, el número efectivo de grados de libertad para distribuciones rectangulares es infinito. Para efectos de diseño de software en Excel, el laboratorio determina que este valor infinito se reemplaza por el valor de 1×10^{100} por que el software de Excel no trabaja con constantes infinitas.

- ** Teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95 % y el valor obtenido de la expresión (14), defina el factor de cobertura k según la tabla 1.
- ** Calcule la Incertidumbre Expandida de acuerdo con la ecuación (15).

$$U_E = U_C \times k \quad (15)$$

Grados de libertad	k (95%)	Grados de libertad	k (95%)	Grados de libertad	k (95%)
1	12,71	10	2,23	19	2,09
2	4,3	11	2,2	20	2,09
3	3,18	12	2,18	25	2,06
4	2,78	13	2,16	30	2,04
5	2,57	14	2,14	40	2,02
6	2,45	15	2,13	50	2,01
7	2,36	16	2,12	100	1,984
8	2,31	17	2,11	∞	1,96
9	2,26	18	2,1		

Tabla 1. Factor k de Student en función del número efectivo de grados de libertad y un nivel de confianza de 95 %.

5. CONCLUSIONES

* El anterior procedimiento está diseñado para realizar calibración a indicadores de presión arterial no invasiva digitales; se incluyó el correspondiente procedimiento general para realizar el respectivo cálculo de incertidumbre.

* El Laboratorio de Metrología – Variables Eléctricas en su área electromédica, cuenta ya con la documentación necesaria para cumplir con el sistema de calidad de acuerdo a la norma NTC-ISO-IEC 17025, por lo que se pretende obtener la acreditación del laboratorio ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) en lo relacionado a los procedimientos e instructivos para la calibración/ensayo de equipo electromédico, con lo que será posible certificar la calidad de las entidades prestadoras de salud asegurando que los equipos de medición y diagnóstico utilizados para tal fin cumplen con la seguridad y exactitud de los valores especificados por el fabricante.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] Historia de La Hipertensión. (www2.udec.cl/~ofem/revista/revista02/revista1.html)

[2] Presión arterial. (es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_arterial)

[3] Presión sanguínea. (es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_sangu%C3%ADnea)

[4] escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/servicio/meb203b/ProgramaClasesEnfermeria/Apunte9.doc

[5] (www.uninet.edu/tratado/c011602.html)

[6] Tópicos en hipertensión. (www.iqb.es/cardio/htahtm/cap2/hta2_1.htm)

[7] escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/ManualPed/HTAPediat.html)

[8] Presión Arterial - Auscultación (www.ugr.es/~jhuertas/EvaluacionFisiologica/Presion%20Arterial/auscult.htm)

[9] NIBP Cufflink. Operatin and Service Manual, Página XIX; 6-7

[10] Norma NTC-IEC-60601-2-4, Equipo Electro-médico. Parte 2: Requisitos particulares de seguridad para los desfibriladores y monitores desfibriladores cardiacos.

[11] NTC-ISO-17025 Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración.

[12] Norma NTC-2194 Vocabulario de términos básicos y generales en metrología.

[13] GTC 51, Guía para la Expresión de Incertidumbre en Mediciones. 2000: Bogotá D.C.

[14] EA 4/02, Expresión of the Uncertainty of Measurement in Calibration.