

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CALIBRACIÓN DE UNIDADES ELECTROQUIRÚRGICAS DE ALTA FRECUENCIA.

DESIGN OF PROCEDURES FOR THE CALIBRATION OF ELECTROSURGICAL UNITS OF HIGH FREQUENCY

RESUMEN

En el contenido de éste artículo se hace referencia al procedimiento diseñado por el Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas en el área de Calibración/Ensayo de equipo electromédico para las pruebas de las unidades electroquirúrgicas de alta frecuencia; procedimiento para el cual no existe una norma técnica específica y que el grupo de Electrofisiología ha diseñado para tal fin durante la ejecución de un proyecto aprobado por COLCIENCIAS cuyo objetivo principal es el de acreditar un Laboratorio de Calibración/Ensayo de equipo electromédico.

PALABRAS CLAVES: Metrología electromédica, trazabilidad, Calibración/Ensayo, equipo electromédico, Unidades electroquirúrgicas de alta frecuencia.

ABSTRACT

In the content of this one article reference to the procedure designed by the Metrology Laboratory of Electrical Vars in the area of Calibration/Test of electromedical equipment for the tests of the electrosurgical units of high frequency; procedure for which a specific practical standards does not exist and that the group of Electrophysiology has designed for such aim during the execution of a project approved by COLCIENCIAS whose primary target is the one to credit a Calibration/Test Laboratory electromedical equipment.

KEYWORDS: Electromedical metrology, trazability, Calibration/Test, electromedical equipment, Electrosurgical units of high frequency.

LUIS G. MEZA CONTRERAS

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

LUIS ENRIQUE LLAMOSA R

Profesor Titular
Director Laboratorio de Metrología de variables eléctricas y metrología electromédica,
Departamento de Física
lellamo@utp.edu.co

CARLOS ANDRES JIMENEZ S.

Auxiliar de Calibración
Laboratorio de Metrología - Variables Eléctricas
Estudiante de Ingeniería física
Departamento de física.
Andresjs21@gmail.com

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA

Desde la época de Hipócrates, siglo IV a. de C, se menciona el uso del calor para producir quemadura y tratar el crecimiento canceroso de un tumor en el cuello de un paciente. En el siglo XVIII nuevamente se recurre a este método, el electrocauterio, que no permitía un adecuado control de la profundidad de la quemadura y por tanto una evolución satisfactoria de la cicatrización de los tejidos afectados. En 1892, Arsene d'Arsonval en París, realizó el primer estudio de los efectos de corrientes por alta frecuencia en humanos; fue él quien describió que sobre los 100.000 ciclos no se producía respuesta neuromuscular, a pesar de producirse calor. [1]

1.2 ¿QUE ES LA ELECTROCIRUGIA? La electrocirugía es definida según Harris, como el uso de equipo electrónico especialmente diseñado, que produce una variedad limitada de formas de onda de alta frecuencia con el propósito de cortar o eliminar tejido blando. Oringer, la define como la aplicación de energía calorífica, generada eléctricamente, sobre el tejido vivo, para alterarlo o destruirlo con fines terapéuticos.

La electrocirugía es un método quirúrgico moderno el cual posee muchas ventajas para poder brindar mejor tratamiento a los pacientes; gracias a los avances científicos y tecnológicos que existen en esta disciplina. Ésta es una nueva técnica quirúrgica que se realiza en los tejidos blandos mediante corrientes eléctricas de alta frecuencia. [2]

1.3 INTERACCIÓN ENTRE LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y EL TEJIDO BIOLÓGICO.

Son 3 los efectos que la corriente eléctrica tiene sobre el organismo humano: el efecto farádico, el efecto electrolítico y el efecto térmico. [3]

1.3.1 Efecto farádico

Las células susceptibles de estimulación fácil, como los nervios y los músculos, se estimulan por corriente eléctrica. La estimulación del tejido humano llega al máximo con una corriente alterna de aproximadamente 100 Hz, disminuyendo si la frecuencia va aumentando y pierde paulatinamente su efecto nocivo (Figura 1). [3]

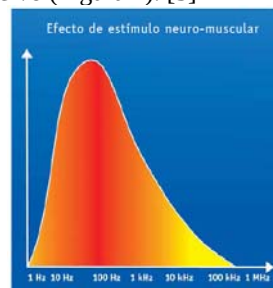


Figura 1. Interacción entre frecuencia de la corriente alterna y el efecto estimulante sobre las células

1.3.2 Efecto electrolítico. La corriente eléctrica causa en el tejido biológico una corriente de iones.

Los iones son las más pequeñas partículas cargadas de electricidad. En el caso de corriente continua los iones positivos se desplazarían hacia el polo negativo y los iones negativos hacia el polo positivo. En los polos, el tejido biológico sufriría daño. Por tanto, la corriente continua no es apropiada para el uso en cirugía. Sin embargo, si se utiliza corriente alterna con alta frecuencia, los iones cambian permanentemente su dirección de movimiento, es decir, están oscilando y por tanto no causan daño al tejido. [3]

1.3.3 Efecto térmico. La corriente eléctrica calienta el tejido, siendo el calentamiento en función de: la resistencia específica del tejido, la intensidad de la corriente y el tiempo de acción de la energía eléctrica. Cuanto más intensidad tiene la corriente, mayor el aumento de temperatura y por tanto el efecto térmico. [3]

1.4 CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE LA ELECTROCIRUGÍA.

El conocimiento básico de la electrocirugía involucra la necesidad de familiarizarse con el origen y naturaleza de la corriente eléctrica empleada, el funcionamiento del equipo, los principios, así como la destreza manual y digital.

1.4.1 Fundamentos físicos. Con el propósito de lograr una comprensión más sencilla de los principios que rigen a la electrocirugía, a continuación se exponen las nociones físicas fundamentales y sus leyes. [4] En un circuito el flujo de corriente está determinado por dos factores:

1. Resistencia (R)
2. Voltaje o fuerza electromotriz (E)

La ley de Ohm, fundamenta que para cualquier circuito la corriente es directamente proporcional al voltaje, e inversamente proporcional a la resistencia.

1.4.2 Bases físicas de la electrocirugía. La electrocirugía se basa en el paso de corriente eléctrica a través de los tejidos; empleando dos electrodos uno activo y otro pasivo, siendo así un procedimiento biterminal, la corriente pasa a través de un cable (conductor) al electrodo activo, de ahí pasa a través del cuerpo al electrodo pasivo y por último a través de otro cable conductor de regreso a la fuente de tensión. Esto se determina por medio de un circuito cerrado. [5]

1.4.3 Corrientes de alta frecuencia. Actualmente, las corrientes producidas por los aparatos electroquirúrgicos pertenecen a la categoría de alta frecuencia, este tipo de corrientes son generadas mediante un circuito cerrado, el cual posee la propiedad de almacenar la energía en un estado oscilante, que regularmente cambia de la forma cinética a la forma potencial. [6]

1.5 PRINCIPIO DE LA CIRUGÍA CON ELECTROBISTURÍ

El instrumento utilizado para la electrocirugía se denomina electrobisturí el cual es un equipo electrónico, generador de corrientes de alta frecuencia, con las que se puede cortar o eliminar tejido blando. Además de esto estos equipos traen dos funciones que son:

1.5.1 Corte del tejido. Aplicando una corriente de alta intensidad, el líquido de las células del tejido se calienta tan rápidamente que por la presión de vapor producido en las

células se rompe la membrana de las mismas (Figura 2). Se aprovecha este efecto para cortar o separar tejido, produciéndose una constricción de los vasos superficiales tan rápida, que la sangre se estanca. [3]



Figura 2. Célula en el momento de cortar

1.5.2 Coagulación. Si el tejido se calienta lentamente el líquido exterior e interior de las células se evapora sin destruir las paredes (Figura 3). El tejido se encoge, sus elementos aptos a coagular se obliteran térmicamente y se consigue cortar la hemorragia, incluso tratándose de vasos más grandes. [3]



Figura 3. Célula en el momento de coagular

1.6 TÉCNICAS DE LA CIRUGÍA DE ALTA FRECUENCIA.

Existen 2 métodos diferentes que se distinguen por el camino que toma la corriente eléctrica: la técnica monopolar y la técnica bipolar. [3]

1.6.1 Técnica monopolar. En la punta del instrumento se presenta un efecto térmico muy fuerte por el aumento de la intensidad de la corriente, en el tejido alrededor del sector operativo se puede con ello cortar y coagular, en el tejido más alejado la intensidad de la corriente es considerablemente menor, la corriente puede irse del cuerpo sin efecto térmico como simple energía eléctrica a través del electrodo neutral de gran superficie (Figura 4). De esto resultan las siguientes ventajas frente a un corte tradicional con bisturí: evita hemorragias, evita la propagación de gérmenes, brinda protección y trato más cuidadoso para el tejido. [3]

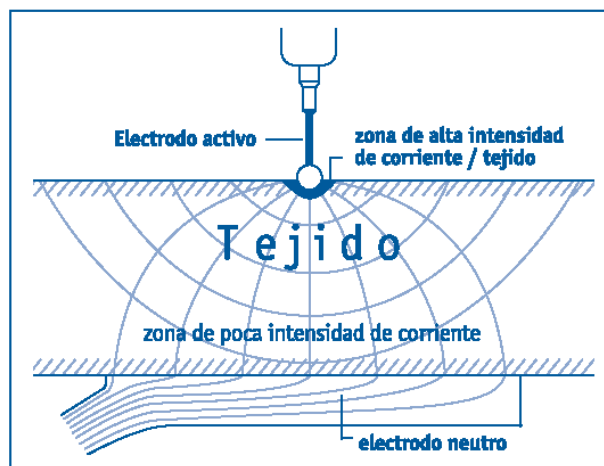


Figura 4. Técnica monopolar

1.6.2 Técnica bipolar. Esta técnica se utiliza sobre todo en Micro y Neurocirugía y con ella se puede únicamente coagular. Se trabaja con un electrodo activo de dos polos (pinzas) teniendo ambos contacto con el campo operativo. No se necesita un electrodo neutral. La energía eléctrica se conduce hacia la pinza, en las puntas se produce el efecto térmico y con él se puede coagular (Figura 5). [3]

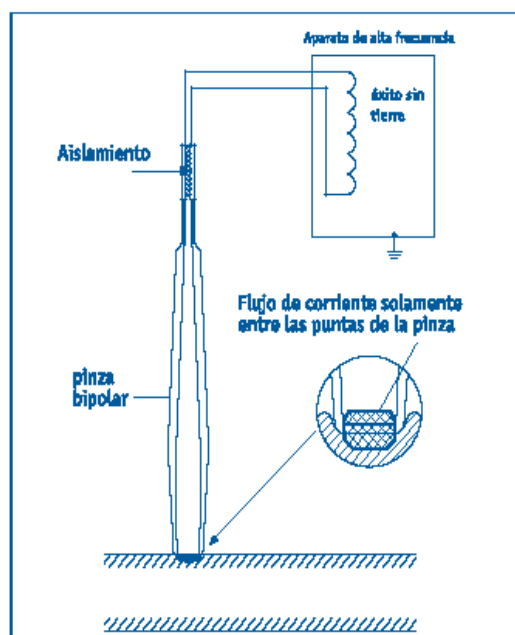


Figura 5. Técnica bipolar

1.7 FUNCIONAMIENTO INTERNO DE UN ELECTROBISTURÍ.

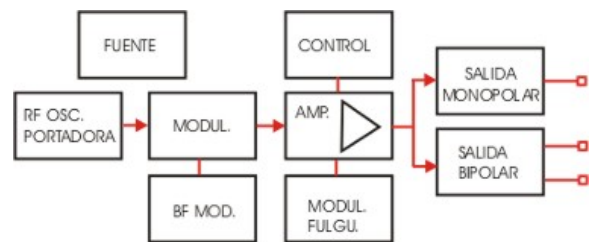


Figura 6. Diagrama de bloques al interior de un electrobisturí

En la figura 6 se muestra un diagrama de bloques interno del instrumento. La energía necesaria es tomada de la red eléctrica, siendo transformada en corriente continua por la fuente de alimentación interna. Este módulo se encarga de proveer energía a todos los demás. El módulo Oscilador de RF se encarga de crear la onda portadora (onda con una frecuencia muy grande la cual le proporcionará la energía necesaria a el dispositivo) y el oscilador de Coagulación. Estas dos ondas son mezcladas en el modulador. Luego son ampliadas en el amplificador de potencia, para salir, según selección, por la toma monopolar, hacia el porta electrodos, o la toma bipolar, hacia la pinza electro coaguladora. El circuito se cierra por la toma de neutro o antena para el monopolar y entre terminales de pinza para la bipolar. Siguiendo normas, estos equipos deben avisar, con señal luminosa y acústica, la activación de los electrodos, con el fin de advertir a los operadores cercanos y evitar así accidentes. También deben de disponer de un circuito de desconexión de emisión en caso de placa neutra desconectada, con el fin de evitar quemaduras. [7]

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 [8].

2.1.2 Instrumento de medición digital. Instrumento de medición que suministra una señal de salida en forma digital [8].

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 [8].

2.1.4 Patrón de trabajo. Patrón que se utiliza rutinariamente para calibrar o comprobar, instrumentos de medida [8].

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 [8].

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 [8].

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 [8].

2.1.8 Evaluación (de incertidumbre) Tipo A. Método para evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones [9].

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 [9].

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 [8].

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 UNIDADES QUIRÚRGICAS DE ALTA FRECUENCIA.

El analizador de electrobisturí FLUKE 454A (figura 7) es un equipo electromédico que analiza el funcionamiento de los equipos quirúrgico de alta frecuencias, con el propósito de reportar la seguridad de dichos equipos y el funcionamiento de sus parámetros. [11]



Figura 7. Analizador de electroquirúrgico FLUKE 454-A
3.1 EQUIPO Y MATERIALES EMPLEADOS: Patrón de trabajo: Analizador de unidades quirúrgicas de alta frecuencia

454A (Figura 6) con sus respectivos accesorios (conectores, terminal de electrodo neutro, módulos auxiliares).

3.2 PREPARACIÓN Y PRECAUCIONES PARA EL ENSAYO.

3.2.1 Condiciones de temperatura y humedad relativa. El laboratorio realiza los ensayos de equipo quirúrgico de alta frecuencia 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 electrobisturí FLUKE 454.

El analizador de unidades quirúrgicas de alta frecuencia 454A se activa después de encenderse por lo que su estado de operación es inmediato, se debe tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Al trabajar con unidades ESU, tener en cuenta las recomendaciones dadas por los fabricantes del equipo electroquirúrgico.
- Asegurarse de que el electrodo activo y neutro estén aislados entre sí, y de superficies conductivas.
- Nunca toque, conecte o desconecte los terminales de la unidad ESU mientras esté en funcionamiento.

3.2.3 Preparación del equipo bajo prueba.

- 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 electrobisturí FLUKE 454: El analizador de electrobisturí FLUKE 454A se encarga de medir los diferentes parámetros a ser analizados en unidades quirúrgicas de alta frecuencia.

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

Los parámetros a ser analizados en unidades quirúrgicas de alta frecuencia son los siguientes:

Voltaje, factor de cresta, corriente, potencia, medida de corriente de fuga AF (en el electrodo activo y neutro), prueba de monitor de retorno de fallo (con módulo auxiliar) y la prueba REM/ARM (con las cargas externas auxiliares). [11]

4. ESTIMACION DE LA INCERTIDUMBRE DE CALIBRACION/ENSAYO PARA UN ELECTROBISTURI [12], [13]

Para la estimación de la incertidumbre en la Calibración/Ensayo de unidades quirúrgicas de alta

frecuencia, el equipo bajo prueba genera la variable y el patrón de trabajo la mide, los siguientes formatos registran las actividades realizadas durante las pruebas:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA LABORATORIO DE METROLOGÍA - VARIABLES ELÉCTRICAS	
Estimación de la incertidumbre de ensayo – Electrobisturi	
Código: LME-FOR-093	Página 1 de 6
Fecha de ensayo: 2007-07-11	Hora: 14:50
Datos del solicitante	
Representante de la empresa: Ingeniero Juan Pablo Cardona	
Empresa: HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JORGE	
Datos del equipo electromédico	
Equipo: Electrobisturi	Marca: AESCULAP
Número de Serie: 1486	Modelo: GN300
Tipo: CF	Clase: II
Procedimiento: LME-PDE-021	
CARACTERÍSTICAS SEGUN EL MANUAL DEL EQUIPO	
Potencia Absorbida: 3.4 A con 100 V – 4.3 A con 120 V 2.0 A con 200 V – 1.8 A con 240 V Con suministros de alta frecuencia de 250 V	
Potencia de salida de alta frecuencia Monopolar: Corte : 250 W a 500 Ω Coagulación: 120 W a 500 Ω	
Frecuencia: Monopolar 20 KHz	

ANÁLISIS DE RESULTADOS REGISTRO DE ENSAYO

Tipo de prueba: Salida del generador						
Potencia: 50 W		Carga: 500 Ω		Modo: Monopolar		Tipo: Corte
Parámetro		Lectura del Analizador Ar				
Voltaje (kV)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Factor de cresta	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Corriente (mA)	312	312	312	315	314	311
Potencia (W)	48.7	48.7	48.7	49.6	49.3	48.4
Tipo: Coagulación		Potencia: 40 W				
Parámetro		Lectura del Analizador Ar				
Voltaje (kV)	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
Factor de cresta	4.8	4.7	4.8	4.7	4.8	4.8
Corriente (mA)	273	274	273	275	273	273
Potencia (W)	37.3	37.5	37.3	37.8	37.3	37.3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA LABORATORIO DE METROLOGÍA - VARIABLES ELÉCTRICAS	
Estimación de la incertidumbre de ensayo – Electrobisturi	
Código: LME-FOR-093	Página 2 de 6

Tipo: Corte						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	0.420	--	---	1.65	0.040
Factor de cresta	0.00	1.40	--	---	1.96	0.17
Corriente (mA)	0.0	312.7	--	---	1.65	14.9
Potencia (W)	50.00	48.90	1.10	---	1.65	4.7
Tipo: Coagulación						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	1.190	--	---	1.65	0.11
Factor de cresta	0.00	4.77	--	---	1.65	0.46
Corriente (mA)	0.0	273.5	--	---	1.65	13.0
Potencia (W)	40.00	37.42	2.58	---	1.65	3.6

Tipo de prueba: Salida del generador						
Potencia: 100 W		Carga: 500 Ω		Modo: Monopolar		Tipo: Corte
Parámetro		Lectura del Analizador Ar				
Voltaje (kV)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Factor de cresta	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Corriente (mA)	441	440	443	439	440	447
Potencia (W)	97.2	96.8	98.1	96.4	96.8	99.9
Tipo: Coagulación		Potencia: 80 W				
Parámetro		Lectura del Analizador Ar				
Voltaje (kV)	1.23	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Factor de cresta	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Corriente (mA)	386	386	385	385	383	386
Potencia (W)	74.5	74.5	74.1	74.1	73.3	74.5
Tipo: Corte						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	0.600	--	---	1.65	0.057
Factor de cresta	0.00	1.40	--	---	1.96	0.17
Corriente (mA)	0.0	441.7	--	---	1.65	21.1
Potencia (W)	100.00	97.53	2.47	---	1.65	9.3
Tipo: Coagulación						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	1.222	--	---	1.65	0.12
Factor de cresta	0.00	3.50	--	---	1.65	0.34
Corriente (mA)	0.0	385.2	--	---	1.65	18.4
Potencia (W)	80.00	74.17	5.83	---	1.65	7.1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA LABORATORIO DE METROLOGÍA - VARIABLES ELÉCTRICAS	
Estimación de la incertidumbre de ensayo – Electrobisturi	
Código: LME-FOR-093	Página 3 de 6

Tipo de prueba: Salida del generador						
Potencia: 150 W		Carga: 500 Ω		Modo: Monopolar		Tipo: Corte
Parámetro	Lectura del Analizador Ar					
Voltaje (kV)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Factor de cresta	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Corriente (mA)	533	530	531	533	532	533
Potencia (W)	142.0	140.4	141.0	142.0	141.5	142.0
Tipo: Coagulación		Potencia: 120 W				
Parámetro	Lectura del Analizador Ar					
Voltaje (kV)	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
Factor de cresta	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8
Corriente (mA)	473	470	465	474	473	475
Potencia (W)	111.9	110.4	108.1	112.3	111.9	111.8
Tipo: Corte						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	0.720	--	--	1.65	0.069
Factor de cresta	0.00	1.40	--	--	1.96	0.17
Corriente (mA)	0.0	532.0	--	--	1.65	25.4
Potencia (W)	150.00	141.48	8.52	--	1.65	13.5
Tipo: Coagulación						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	1.240	--	--	1.65	0.12
Factor de cresta	0.00	2.82	--	--	1.65	0.27
Corriente (mA)	0.0	471.7	--	--	1.65	22.6
Potencia (W)	120.00	111.07	8.93	--	1.65	10.6

Tipo de prueba: Salida del generador						
Potencia: 200 W	Carga: 500 Ω		Modo: Monopolar		Tipo: Corte	
Parámetro	Lectura del Analizador Ar					
Voltaje (kV)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Factor de cresta	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4
Corriente (mA)	613	613	611	620	610	609
Potencia (W)	187.9	187.9	186.7	192.2	186.1	185.4

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA LABORATORIO DE METROLOGÍA - VARIABLES ELÉCTRICAS	
Estimación de la incertidumbre de ensayo – Electrobisturi	
Código: LME-FOR-093	Página 5 de 6

Tipo: Corte						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	0.930	--	---	1.65	0.089
Factor de cresta	0.00	1.38	--	---	1.96	0.17
Corriente (mA)	0.0	688.3	--	---	1.65	32.9
Potencia (W)	250.00	236.92	13.08	---	1.65	22.7
Tipo: Coagulación						
Parámetro	Ai	Ar	Error	Tolerancia	k	Ue
Voltaje (kV)	0.000	1.230	--	---	1.65	0.12
Factor de cresta	0.00	4.10	--	---	1.65	0.39
Corriente (mA)	0.0	329.7	--	---	1.65	15.7
Potencia (W)	60.00	54.33	5.67	---	1.65	5.2

Tipo de prueba: Corriente de Fuga AF						
Carga: 500 Ω			Electrodo: Activo		Tipo: Corte	
Potencia (W)	Lectura del Analizador Ar (mA)					
100	105.0	106.0	102.0	102.0	106.0	106.0
Ai (mA)	Ar (mA)	Error (mA)	Tolerancia (mA)	k	Ue (mA)	
100.00	104.50	- 4.50	---	2.36	2.1	

Tipo de prueba: Corriente de Fuga AF						
Carga: 500 Ω		Electrodo: Activo			Tipo: Coagulación	
Potencia (W)	Lectura del Analizador Ar (mA)					
200	146.0	142.0	146.0	145.0	140.0	146.0
Ai (mA)	Ar (mA)	Error (mA)	Tolerancia (mA)	k	Ue (mA)	
200.00	144.17	- 55.83	---	2.45	2.8	

Tipo de prueba: Corriente de Fuga AF						
Carga: 500 Ω		Electrodo: Dispersivo			Tipo: Corte	
Potencia (W)		Lectura del Analizador Ar (mA)				
70	90	92	91	92	92	93
Ai (mA)	Ar (mA)	Error (mA)	Tolerancia (mA)	k	Ue (mA)	
70.00	91.67	- 21.67	---	2.10	1.2	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA LABORATORIO DE METROLOGÍA - VARIABLES ELÉCTRICAS	
Estimación de la incertidumbre de ensayo – Electrobisturi	
Código: LME-FOR-093	Página 6 de 6

Tipo de prueba: Corriente de Fuga AF						
Carga: 500 Ω		Electrodo: Dispersivo			Tipo: Coagulación	
Potencia (W)	Lectura del Analizador Ar (mA)					
100	109	110	106	110	110	110
Āi (mA)	Ār (mA)	Error (mA)	Tolerancia (mA)	k	Ue (mA)	
100.00	109.17	- 9.17	---	2.26	1.7	

Elaborado por: _____ Revisado por: _____
Auxiliar de Calibración/Ensayo Jefe de Calibración/Ensayo

Nota: El calculo de incertidumbre se realiza con base en el artículo publicado en esta misma revista

denominado **“Estimación de la incertidumbre en la calibración de equipos electromédicos”** (Revista Scientia et Technica, UTP - Pereira, No. 34).

5. CONCLUSIONES

El anterior procedimiento está diseñado para realizar calibración/ensayo a unidades quirúrgicas de alta frecuencia; se incluyó el correspondiente procedimiento general aplicado a un electrobisturí marca AESCULAP del hospital San Jorge.

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 espera 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 correspondiente a los valores especificados por el fabricante.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Brill A I, Energy systems for operative laparoscopy. In J Am Assoc Gynecol Laparoscopy 5 (4), 335-344, 1998.
- [2] Harris SH. Electrocirugía en la práctica dental. Ed. Mundi. 1979: 8-43.
- [3] Cirugía con electrobisturí de alta frecuencia (AF): Efectos, riesgos y minimización de peligros.
(www.sempermed.com/fileadmin/img/sempermed/content/medical/pdf/datei/Inform_pdfs_75dpi/SP/Sp%20Nr.5_04.pdf).
- [4] Friedman BE, Margolin J, Piliero S. A preliminary study of the histological effects of three different types of electrosurgical currents. N.Y. State. Dent J 1974; 40: 349.
- [5] Schmidt WH. High frequency currents in surgery. Dent Clin North Am 1939; 19: 1545-556. prostodoncia. Ed. Latinoamericana. 1991.
- [6] Malone W. Electrosurgery in dentistry, theory and application in clinical practice. Charles C. Thomas, Springfield, Ill. 1974: 3-210.
- [7] Electrobiturí. (www.lumacnet.com/bist.html). Javier Macció
- [8] Norma NTC-2194 Vocabulario de términos básicos y generales en metrología.
- [9] GTC 51, Guía para la Expresión de Incertidumbre en Mediciones. 2000: Bogotá D.C.
- [10] Norma NTC-IEC-60601-2-4, Equipo Electro- médico. Parte 2: Requisitos particulares de seguridad para los desfibriladores y monitores desfibriladores cardiacos.
- [11] Electrosurgery Analyzer 454A. Operating Manual. Página 1-5
- [12] GTC 51, Guía para la Expresión de Incertidumbre en Mediciones. 2000: Bogotá D.C.
- [13] EA 4/02, Expresión of the Uncertainty of Measurement in Calibration.