



**MANTENIMIENTO BIOMÉDICO  
APLICADO  
(Simposio 2015)**



**Rubén Darío Cárdenas Espinosa**  
**Líder SENNOVA**  
**Director Grupo de Investigación Electrónica,**  
**Automatización y Energías Renovables EAYER**

**Centro de Automatización Industrial**  
**SENA Regional Caldas**

**2015**

Hernando Alfonso Prada Gil  
Director Nacional

Mauricio Alvarado Hidalgo  
Director de Formación Profesional

Emilio Eliecer Navia Zúñiga  
Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica

Rodrigo Giraldo Velasquez  
Director Regional SENA Caldas

Luis Alejandro Trejos Ruíz  
Subdirector  
Centro de Automatización Industrial

Héctor Jaime Alvarez Serna  
Coordinador de Formación Profesional  
Centro de Automatización Industrial

Rubén Darío Cárdenas Espinosa  
Líder SENNOVA  
Director Grupo de Investigación Electrónica, Automatización y Energías Renovables  
EAYER  
Centro de Automatización Industrial

Compilación y Elaboración: Rubén Darío Cárdenas Espinosa  
PhD Information Technology, DsC.CUM LAUDE Electronic Engineering,  
MSc. Electrical Engineering, Esp. Gerencia en Finanzas, Esp. Tecnológico en Interventoría de Proyectos de Telecomunicaciones  
Ingeniero Electrónico, Tecnólogo Profesional en Electrónica y Automatización Industrial,  
Manizales, Caldas

Diciembre 10 de 2015

El contenido de este libro es de uso didáctico e informativo, que cualquier reproducción por cualquier medio debe ser citada correctamente y si es el caso solicitar una autorización. Los contenidos presentados son responsabilidad de los autores.

El siguiente material impreso es producido en su totalidad por la Corporación para el Desarrollo Social y Empresarial en Colombia y en el Exterior "CORDESEC" así mismo los costos del mismo hacen parte de la misma Corporación.

Registro ISBN: 978-958-9031-01-8

## Tabla de Ilustraciones:

Ilustración 1 Máquina de Anestesia Didáctica	14
Ilustración 2 Electro bisturí y Electrocardiógrafo	17
Ilustración 3 Horno de cultivos repotenciado	21
Ilustración 4 Bomba de Infusión	24
Ilustración 5 Máquina de hemodiálisis	27
Ilustración 6 Monitor multiparámetros	30
Ilustración 7 Modelación eléctrica del cuerpo humano	33
Ilustración 8 Trayectorias de la corriente eléctrica en el cuerpo humano	38
Ilustración 9 Póster Digital de la Instructora María Adela Sánchez Zuluaga	36

## Tabla de contenido

Presentación del Simposio	5
Presentación Director Regional SENA Caldas	7
Presentación Subdirector Centro de Automatización Industrial SENA Regional Caldas	8
1. DISEÑO DE UNA MAQUINA DE ANESTESIA DIDACTICA	14
2. DIDACTICA EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS EL ELECTROBISTURI Y ELECTROCARDIOGRAFO	17
3. REPOTENCIACION DE HORNO DE CULTIVOS	21
4. LA BOMBA DE INFUSIÓN	24
5. MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	27
6. DIDACTICA EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS MONITOR DE MULTIPARÁMETROS	30
El proyecto consiste en implementar una didáctica para el Mantenimiento y operación del Monitor Multiparámetros como elemento de los procesos quirúrgicos y de diagnóstico de enfermedades cardiacas y de soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.	
7. MODELACIÓN ELÉCTRICA EN EL CUERPO HUMANO	33
8. Tecnología Biomédica Aplicada: Educación ce Innovación con sentido social.	
9. Registro Fotográfico del Simposio Mantenimiento Electrónico Aplicado	36



## ***Presentación del Simposio***

Actualmente en Colombia los equipos que se utilizan para el aprendizaje en el campo de la salud no son pedagógicos, por tal razón se requiere de una con un diseño didáctico que facilite el proceso de aprendizaje en su operación y mantenimiento. La falta de implementación de equipos didácticos en el aprendizaje en el área de la biomédica generan las diversas consecuencias como:

Dificultad en adquisición de conocimiento sobre los equipos, lo que implica mayor inversión de tiempo en el proceso de formación; toda vez que su estructura no es apta para una manipulación didáctica.

Impedimento para las prácticas de simulación que permitan contextualizar su funcionamiento.

Falta de optimización en la identificación de fallas del equipo en campo real; toda vez que no se tiene el pleno conocimiento de sus características como sus componentes, función y operación, lo que conlleva a un bajo nivel de mantenimiento.

El poster es una estrategia comunicativa que sintetiza en un formato digital o impreso los conceptos y prácticas, las disertaciones y experiencias de las instituciones, académicos e investigadores en relación con los temas del simposio, haciendo énfasis en los resultados alcanzados de modo que permita a los observadores y asistentes generar ideas de transferencia y relación interdisciplinar e interinstitucional. El poster se expone en el espacio agendado en el evento y es sustentado oralmente por un integrante del grupo o experiencia.

En este libro tiene se presentarán los póster digitales expuestos durante el Simposio en Mantenimiento Biomédico Aplicado realizado el día 4 de Septiembre de 2015 em el Auditorio Milton Gavira, puesto que en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación, el CONPES 3582 DE 2009, identificó que el problema central del país ha sido su baja capacidad para identificar, producir, difundir, usar e integrar conocimientos, problemática asociada a bajos niveles de innovación de las empresas, débil institucionalidad en el Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e

Innovación, insuficientes recursos humanos para la investigación y la innovación, baja apropiación social de la ciencia y la tecnología, ausencia de focalización en áreas estratégicas de largo plazo y disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas. Para hacer frente a esta situación se establece la necesidad de focalizar la acción del Estado en el desarrollo de sectores estratégicos a largo plazo, que se caractericen por la producción de bienes y servicios de alto contenido científico y tecnológico que generen valor agregado y diversificación hacia nuevos sectores con mayor demanda. SENNOVA, 2014.

El Simposio Mantenimiento Biomédico Aplicado contribuye a consolidar un espacio académico de reflexión transdisciplinar entre los saberes y prácticas de las Ciencias Biomédicas y recoge los debates teóricos, científicos y tecnológicos a partir del contexto regional en procura de aportar al desarrollo de la investigación aplicada formativa y en sentido estricto, en la docencia y en la extensión en una perspectiva crítica y el marco del proyecto educativo institucional de la SENA.

**Este simposio tiene los siguientes propósitos:**

1. Mostrar las patologías del Sistema digestivo y Conocer el mantenimiento uso, gestión, lavado, limpieza y desinfección de los equipos endoscópicos.
2. Analizar la aplicación de la metrología biomédica en campo.
3. Presentar a través de poster digitales la didáctica en el mantenimiento de equipos biomédicos que se desarrolla desde el Semillero de Investigación BIOMETRONICA, como Apoyo a la divulgación de capacidades institucionales en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación y Contribuir a la formación de semilleros de investigación que potencialicen el desarrollo responsable del país y aporten al mejoramiento de la calidad de vida.

**Grupo de Investigación Electrónica, Automatización y Energías Renovables EAYER**  
**Semillero de Investigación BIOMETRONICA**  
**Centro de Automatización Industrial**  
**Regional SENA Caldas**

## ***Presentación Director Regional SENA Caldas***

Para contribuir a una Colombia educada, equitativa y en paz, la Regional Caldas trabaja por un SENA público, innovador e incluyente, que con calidad y pertinencia en la prestación del servicio, dinamice la generación de ingresos, la competitividad sectorial, y el desarrollo social, económico y tecnológico de la región y del país, de acuerdo con los objetivos consignados en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y el Plan Estratégico Institucional.

El esfuerzo de la entidad en Caldas está orientado a promover el capital humano innovador en territorios incluyentes, a través de diversas estrategias que buscan entre otros, la calidad y cobertura de la formación profesional integral, la intermediación para la efectiva generación de empleo, el estímulo al emprendimiento, el fortalecimiento de la asociatividad, y la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Para cumplir este último propósito, se ha estructurado el sistema SENNOVA, que tiene el objetivo de fortalecer los estándares de calidad y pertinencia en las áreas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, a través de los centros de formación, Tecnoacademia y Tecnoparque.

A partir de los conocimientos adquiridos en los procesos de formación, el SENA busca estimular en los aprendices competencias orientadas al uso, aplicación y desarrollo de tecnologías avanzadas con la conformación de semilleros de investigación, grupos de investigación aplicada y proyectos formativos que articulan los centros de formación en un trabajo en red.

El Centro de Automatización Industrial presenta en esta publicación los resultados de una de estas investigaciones; iniciativa que gestaron sus aprendices e instructores en el proceso de formación y que se materializa en esta producción académica como aporte a la calidad de la formación profesional que imparte el SENA y al desarrollo tecnológico, la productividad y competitividad de la región.

**Rodrigo Giraldo Velásquez**  
**Director SENA Regional Caldas**

## **Presentación Subdirector Centro de Automatización Industrial SENA Regional Caldas**

En Colombia, la investigación aplicada, ha venido ocupando un lugar importante en los procesos de enseñanza- aprendizaje, en el Caso del SENA su estructura normativa en investigación aplicada está soportada por el Decreto Ley 585/91, Ley 119/94, Ley 344/96 (Recursos de Inversión), Decreto 249/04, Acuerdo 7/10 (Proyectos de formación profesional), Acuerdo 9/10 (Tecnoparques), Acuerdos 3, 15 y 12 /12 (Investigación, Desarrollo e Innovación en la Formación Profesional).

La Investigación Aplicada en el SENA tiene los siguientes objetivos:

1. Fomentar la conformación de nuevos grupos y semilleros de investigación en el SENA.
2. Consolidar y fortalecer el trabajo de los grupos y semilleros de investigación registrados en los centros de formación.
3. Facilitar el registro y validación de los grupos de investigación dentro del SENA ante COLCIENCIAS.
4. Fomentar el desarrollo tecnológico a partir de la investigación aplicada realizada.
5. Aprovechar el conocimiento generado por los grupos de investigación para retroalimentación y rediseño curricular de los programas de formación.
6. Fomentar la participación de aprendices en los grupos y semilleros de investigación para incrementar sus capacidades investigativas y asegurar su formación integral.
7. Fomentar las alianzas entre investigadores del Sena y universidades o centros de investigación.
8. Asegurar el acceso a la información necesaria para el desarrollo de proyectos de investigación y vigilancia tecnológica en todos los centros de formación del Sena.
9. Propiciar la vinculación de los productos y procesos desarrollados por investigadores o grupos de investigación en el Sena con el sector productivo.
10. Apoyar el proceso de acreditación de calidad de la Formación Profesional a través del apoyo a los grupos de investigación aplicada de los Centros de Formación Profesional.

En el sistema de gestión del conocimiento del SENA, las publicaciones son parte de la estrategia para fortalecer y visibilizar de la investigación en formación profesional, la investigación aplicada, el desarrollo



tecnológico y la innovación, el presente documento es una evidencia de esto.

Uno de los retos que se tenían en el SENA Regional Caldas especialmente en el Centro de Automatización Industrial era el de motivar a los aprendices a vincularse a este proceso y a ser partícipes de la investigación, con el fin de contribuir a sus procesos de formación en lo referente al fortalecimiento conceptual, capacidad crítica e innovadora, capacidad creativa, capacidad argumentativa y a su vez desarrollar competencias que sean útiles para el proceso formativo del aprendiz SENA.

Todos los procesos de investigación aplicada del Semillero cuentan con asesoría conceptual y metodológica en todo el proceso de investigación formativa. De esta manera, se contribuye a las políticas Institucionales del Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, y al fortalecimiento de las líneas del Grupo de Investigación Electrónica, Automatización y energías Renovables, reconocido por COLCIENCIAS y que cuenta con Categoría D.

El Centro de Automatización Industrial cuenta con Programas Tecnológicos de formación con registro calificado en:

- Analisis y desarrollo de sistemas de información
- Automatización industrial
- Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con maquinas herramientas CNC
- Diseño e integración de automatismo mecatronicos
- Gestión de la producción industrial
- Mantenimiento de equipo biomedico
- Mantenimiento electronico e instrumental industrial
- Gestion del ciclo de vida del producto
- Mantenimiento de equipos de cómputo diseño e instalación de cableado estructurado
- Diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones
- Operación y mantenimiento de máquinas de control numérico

El compromiso y dedicación de cada uno de los funcionarios, instructores, y aprendices del Centro han permitido que los siguientes logros durante al 2015

1. Premio por Participación convocatoria 01-2014-2015 Técnicos y

tecnólogos de la Fundación de Ciencia y Tecnología Colombo Alemana (FunCyTCA) por el Proyecto “El hogar Autosostenible” del Semillero de Investigación BIOMETRONICA, elaborado en conjunto con Tecnoparque.

2. Premio concurso Retro TECH: SENA 100000 Strong Fundación Americas con el proyecto que formulé “Diseño de un Generador Eólico con máquinas CNC” resultó ser uno de los 5 ganadores del SENA.

3. Organización, diseño y ejecución de más de veinte eventos de divulgación tecnológica en Ciencia Tecnología e Innovación.

4. Participación en Eventos científicos en la línea: Innovación y Desarrollo Tecnológico con 16 ponencias en 7 Eventos de carácter internacional y 16 ponencias en 4 Eventos de carácter nacional, en la línea Investigación con 22 ponencias en 6 Eventos de carácter internacional y 17 ponencias en Eventos 7 CTI de carácter nacional

5. Medallas obtenidas en concursos SENASOFT, y WorldSkill...

SENA

**Luis Alejandro Trejos Ruíz**  
**Subdirector Centro de Automatización Industrial**  
**Regional SENA Caldas**

## ***Presentación Lider SENNOVA Centro de Automatización Industrial SENA Regional Caldas***

El objetivo del Grupo de Investigación: Electrónica, Automatización y Energías Renovables EAYER es Consolidar un espacio académico de reflexión transdisciplinar entre los saberes y prácticas de la Automatización Industrial, Electrónica, Mecatrónica, Administración de Sistemas de Información, Biomédica y la Teleinformática, que recoja los debates teóricos, científicos e tecnológicos a partir del contexto regional en procura de aportar al desarrollo de la investigación aplicada formativa y en sentido estricto, en la docencia y en la extensión en una perspectiva crítica y el marco del proyecto educativo institucional de la SENA.

### **Los Retos del Grupo de Investigación son:**

- Realizar investigaciones orientadas a generar nuevos conocimientos, metodologías y modelos en las Áreas de Especialidad del Centro de Automatización Industrial Regional Caldas
- Desarrollar reflexiones e investigaciones sobre la Automatización Industrial, Electrónica, Biomédica, Administración de Sistemas de Información, Desarrollo de Software y la Mecatrónica.
- Generar investigaciones que reflexionen sobre el entorno regional en la perspectiva del Hardware y Software aplicado integrando las energías alternativas;
- Apoyar el desarrollo conceptual y la formulación de proyectos de Desarrollo de Software y productos con energías renovables.
- Fomentar y ejecutar las competencias y proyectos de formación integral del Centro de Automatización Industrial Regional Caldas.
- Promover eventos de divulgación tecnológica y de actualización académica dirigido a la comunidad académica y demás sectores de la sociedad;
- Contribuir a la formación de investigadores en las Áreas de Especialidad del Centro de Automatización Industrial Regional Caldas
- Participar en redes interuniversitarias y del SENA de intercambio académico, nacional e internacional, en torno a las líneas de investigación;
- Formular proyectos de investigación de carácter interdisciplinario con la participación de otros Centros de Formación del SENA,

- universidades e investigadores nacionales y regionales;
- Promover y organizar actividades de extensión, para la transferencia de conocimientos científicos y aplicados;
- Publicar los resultados de los procesos de investigación.

## **Visión del Grupo de Investigación**

Conforme a la Visión Institucional: En el 2020, el SENA será una Entidad de clase mundial en formación profesional integral y en el uso y apropiación de tecnología e innovación al servicio de personas y empresas; habrá contribuido decisivamente a incrementar la competitividad de Colombia a través de: Aportes relevantes a la productividad de las empresas. Contribución a la efectiva generación de empleo y la superación de la pobreza. Aporte de fuerza laboral innovadora a las empresas y las regiones. Integralidad de sus egresados y su vocación de servicio. Calidad y estándares internacionales de su formación profesional integral. Incorporación de las últimas tecnologías en las empresas y en la formación profesional integral. Estrecha relación con el sector educativo (media y superior). Excelencia en la gestión de sus recursos (humanos, físicos, tecnológicos y financieros).

## **Semillero de investigación BIOMETRONICA**

El Semillero BIOMETRÓNICA es un espacio académico de reflexión transdisciplinar entre los saberes y prácticas de la Automatización Industrial, Electrónica, Mecatrónica, Administración de Sistemas de Información, Biomédica, Teleinformática y el Desarrollo del Software en el marco del proyecto educativo institucional del SENA.

Uno de los retos que se tenían en el SENA Regional Caldas especialmente en el Centro de Automatización Industrial era el de motivar a los aprendices a vincularse a este proceso y a ser partícipes de la investigación, con el fin de contribuir a sus procesos de formación en lo referente al fortalecimiento conceptual, capacidad crítica e innovadora, capacidad creativa, capacidad argumentativa y a su vez desarrollar competencias que sean útiles para el proceso formativo del aprendiz SENA

Dada las características de los aprendices SENA según su modalidad de técnicos y tecnólogos, el desarrollo de las actividades se propone

por proyectos y no por temática como se realizan en los colegios. De esta manera, se contribuye al desarrollo de las competencias generando mayor grado de responsabilidad y compromiso con los procesos investigativos. El aprendiz SENA, recibe asesoría conceptual y metodológica que garantice mayor eficiencia en el logro de los objetivos propuestos, ya que muchas veces los proyectos de formación no se culminan por la falta de bases para la investigación, la falta de acompañamiento o la falta de motivación.

Por todo lo anterior, se retoma el proyecto institucional denominado BIOMETRONICA coordinado por el Líder SENNOVA Rubén Darío Cárdenas del Centro de Automatización Industrial, del cual participan aprendices de los siguientes Programas de formación con registro calificado: análisis y desarrollo de sistemas de información, automatización industrial, diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas de control numérico computarizado (CNC), diseño e integración de automatismo mecatrónicos, gestión de la producción industrial, mantenimiento de equipo biomédico, mantenimiento electrónico e instrumental industrial, gestión del ciclo de vida del producto, mantenimiento de equipos de cómputo diseño e instalación de cableado estructurado, diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, operación y mantenimiento de máquinas de control numérico

Finalmente, el semillero de BIOMETRONICA se convierte en una plataforma académica e investigativa que contribuye a la construcción del conocimiento y formación de investigadores potenciales, en obediencia a las actuales políticas Institucionales y que según los resultados obtenidos por sus participantes se canalizan a Tecnoparque, Tecnoacademia, Fondo Empezar.

Rubén Darío Cárdenas Espinosa  
Líder Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación -  
SENNOVA -  
Centro de Automatización Industrial  
Regional Caldas

## 1. DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE ANESTESIA DIDÁCTICA

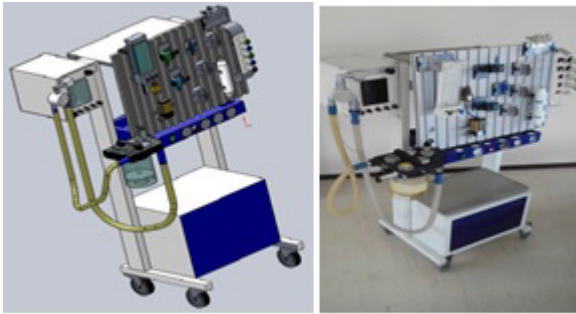


Ilustración 1 Máquina de Anestesia Didáctica

Autores del póster: Angélica Castrillón Parra, David Simón Hincapié Ladino, Danilo Cardona Carmona y Rubén Darío Cárdenas Espinosa

### Resumen:

Realizar análisis y diseño de una máquina de anestesia didáctica como soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación profesional integral y formación complementaria al personal técnico de los hospitales y clínicas del sector salud y la comunidad en general.

Palabras Clave: Máquina de Anestesia, Equipos Didácticos, prácticas, simulación. Optimización, Salud.

### Objetivo General

Diseñar un equipo de anestesia didáctico como soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.

### Objetivos Específicos

- Observar la máquina de anestesia para identificar sus componentes con el propósito de conocer las características de cada uno de ellos.
- Reconocer fuentes de alimentación y conducción de los gases medicinales que conlleve al correcto uso del equipo y a su eficaz mantenimiento.

- Efectuar el diseño didáctico de la máquina que permita reducir tiempos de aprendizaje en el proceso de formación.
- Reconocer los símbolos, códigos de colores de los gases y el recorrido que realizan a través de la máquina, con la finalidad de identificar correctamente las partes y componentes involucradas en cada etapa.
- Identificar los diferentes sistemas de seguridad del equipo, parámetros y riesgos para prevenir fallas que puedan surgir en la máquina

### **Materiales y Métodos:**

Válvulas unidireccionales, distribuidores(O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O,aire), válvulas de segunda etapa, mangueras, válvula de corte, alarma audible de oxígeno, piloto neumático, válvula con muelle, manómetros, flujómetros, manifold, vaporizador, canister, circuito paciente, entradas auxiliares de gas.

La Metodología empleadas se basa en una triangulación entre el método cualitativo y el cuantitativo. En el primero se hace uso del análisis de documentos, en el cual se revisa manuales, boletines técnicos, políticas de implementación, entre otros, con el fin de fundar una base teórica del tema a tratar. Por otra parte el uso del método cuantitativo nos ayuda a establecer este estudio como una guía, o manual de referencia para un administrador de equipos biomédicos o integrador de servicios tecnológicos hospitalarios, el cual oriente al usuario, indicándole las especificaciones que dicta las normas, señaladas en la investigación.

### **Resultados**

Se hizo el análisis del estado del arte de máquina de anestesia para Identificar sus componentes con el propósito de conocer las características de cada uno de ellos. A partir del Análisis de condiciones iniciales se realizará el plan de trabajo.

### **Conclusiones**

A partir del análisis y reconocimiento del equipo durante la etapa lectiva se realizo la solicitud de los componentes para la ejecución y evaluación.

## Referencias:

CARDENAS ESPINOSA, Rubén Darío; “Ensayo aprender y enseñar en entornos virtuales” . Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, en <http://atlante.eumed.net/entornos-virtuales/> ISSN: 1989-4155.

CARDENAS ESPINOSA, Rubén Darío; “La descontextualización en el uso de las TICS por parte del docente” en Revista Caribeña de Ciencias Sociales, noviembre 2013, en <http://caribeña.eumed.net/tics-docente/> ISSN: 2254-7630.

CARDENAS ESPINOSA, Rubén Darío; “Análisis caso profesor y estudiante: dos actores claves en el desarrollo de un proceso pedagógico” en Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, en <http://atlante.eumed.net/profesor-estudiante/> ISSN: 1989-4155.

CARDENAS ESPINOSA, Rubén Darío; (2008), Diseño Electronico Digital para Ingenieria, Múnich, Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/184997/disenio-electronico-digital-para-ingenieria>

CARDENAS ESPINOSA, Rubén Darío; 2010, E-Basura: Las responsabilidades compartidas en la disposición final de los equipos electrónicos en algunos municipios del departamento de Caldas, vistos desde la gestión del mantenimiento y los procesos de gestión de calidad, Múnich, Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/209697/e-basura-las-responsabilidades-compartidas-en-la-disposicion-final-de>

CARDENAS ESPINOSA, Rubén Darío; (2007), Los Microcontroladores una Tecnología que aporta en la Construcción de la Economía del Conocimiento, Múnich, Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/163113/los-microcontroladores-una-tecnologia-que-aporta-en-la-construccion-de>

TRANQUILLI, WJ; Thurmon, JC et al. Lumb & Jone’s, Veterinary Anesthesia and Analgesia. 4ta edición. Blackwell Publishing, 2007.

OTERO, Pablo E. Dolor. Evaluación y Tratamiento en Pequeños animales. Editorial Intermédica, 2004.



## 2. DIDACTICA EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS EL ELECTROBISTURI Y ELECTROCARDIOGRAFO



Ilustración 2 Electrocardiografía y Electrocardiógrafo

Autores: Valentina Ceballos, Laura Valencia, Tatiana Posada, Danilo Cardona Carmona y Rubén Darío Cárdenas Espinosa

### Resumen

El proyecto consiste en implementar una didáctica para el Mantenimiento y operación del Electrocardiografía y electrocardiógrafo como elementos de los procesos quirúrgicos, de diagnóstico de enfermedades cardiacas y de soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.

Palabras claves: Electrocardiografía, Equipos Didácticos, prácticas, Electrocardiógrafo, Optimización, Salud.

### Objetivo General:

Realizar la Gestión de Mantenimiento del Electrocardiografía y electrocardiógrafo como elementos de los procesos quirúrgicos, de diagnóstico de enfermedades cardiacas y de soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.

### Objetivos Específicos

- Observar el Electrocardiografía y el Electrocardiógrafo para identificar sus componentes con el propósito de conocer sus características de funcionamiento y operación.

- Reconocer fuentes de alimentación y conducción (potencia eléctrica y voltaje en intervalos de tiempo pequeños) que conlleve al correcto uso del Electrobisturí y a su eficaz mantenimiento.
- Reconocer fuentes de alimentación y conducción (voltaje de las señales eléctricas del corazón) que conlleve al correcto uso del electrocardiógrafo y a su eficaz mantenimiento.
- Identificar los diferentes sistemas de seguridad del equipo, parámetros y riesgos para prevenir fallas que puedan surgir en la máquina.

## **Materiales y métodos**

Los Materiales empleados en el proyecto son el Electrobisturí, el electrocardiógrafo, computador, herramientas web 2.0 y demás recursos TIC.

La Metodología empleadas se basa en una triangulación entre el método cualitativo y el cuantitativo. En el primero se hace uso del análisis de documentos, en el cual se revisa manuales, boletines técnicos, políticas de implementación, entre otros, con el fin de fundamentar una base teórica del tema a tratar. Por otra parte el uso del método cuantitativo nos ayuda a establecer este estudio como una guía, o manual de referencia para un administrador de equipos biomédicos o integrador de servicios tecnológicos hospitalarios, el cual oriente al usuario indicándole las especificaciones que dictan las normas, señaladas en la investigación.

## **Resultados**

Se hizo el análisis del estado del arte de el Electrobisturí y el Electrocardiógrafo, y sus componentes con el propósito de conocer las características de cada uno de ellos.

A partir del Análisis de condiciones iniciales se realizará el plan de trabajo.

## **Conclusiones**

A partir del análisis y reconocimiento del equipo durante los meses de

abril y mayo se realizará la ejecución de los componentes didácticos de mantenimiento del equipo biomédico

## Referencias

- Cushing H, Bovie W: Electrosurgery as an aid to the removal of intracranial tumors. *Surg Gynecol Obstet* 1928; 47: 751-784.
- Clark W. Oscillatory desiccation in the treatment of accessible malignant growths and minor surgical conditions. *J Adv Thr.* 1911; 29: 169-174.
- Kelly HA, Ward G: Electrosurgery. WB Saunders, Philadelphia. 1931.
- Stephen MC. Operative Laparoscopy and Hysteroscopy. *Electrosurgery* 1996; 37-86.
- Hulka JF, Rich H. *Textbook of Laparoscopy. Power: Electricity and Laser.* 1994; 24-50.
- Hausner K. Electrosurgery-macro vs micro. In *Laser vs. Electrosurgery: Practical Considerations for Gynecology.* Addison. IL, Elmed Inc., 1989; 7-9.
- Oringer MJ, Kelly WJ, Harrinson JD. Laboratory experimental evaluation of efficacy of clinical electrosurgical techniques in electro-surgery in density, Philadelphia. 1975, W.B Saunders.
- Filmar S, Jetha N, McComb P, Gomel V. A comparative histologic study on the healing process after tissue transection: I. Carbon dioxide laser and electrosurgery. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 160: 1062-1067.
- Boesh PF. Laparoscopia. *Schweiz Zkranken.* 1936; 6: 62-67.
- Levy BS, Soderstrom RM, Dail DH. Bowel injuries during laparoscopy: gross anatomy and histology. *J Reprod Med.* 1985; 309: 168-170.
- Reich H, Vancaille TH, Soderstrom RM. Electrical techniques. In: Martin DC, Holtz GL., Levinson CL, Soderstrom RM, eds. *Manual of Endoscopy.* Santa Fe Springs. American Association of Gynecology Laparoscopists, 1990; 105-112.
- Soderstrom RN, Levy BS, Engel T. Reducing bipolar sterilization failures. *Obstet Gynecol.* 1989; 74: 60-64.
- Gomel V, James C. Intraoperative management of uretral injury during operative laparoscopy. *Fertil Steril* 1991; 55: 416-419.
- Grainger RA, Soderstrom RM, Schiff SF, et al. Uretral injuries at laparoscopy: insights into diagnosis, management and prevention. *Obstet Gynecol* 1990; 75: 839-843.
- Corson SL. Electrical considerations of laparoscopic sterilization. *J. Reprod Med* 1973; 11: 159-164
- Enciclopedia Médica Familiar (1992). Nauta Ediciones. Santiago de

Chile, pp. 357-358.

Fisiología humana, TRESGUERRES, J.A.F. et al. McGraw-Hill Interamericana, México, pp. 507-517.

Data Acquisition Toolbox user's Guide (1999) © COPYRIGHT 1999-2000 by The MathWorks, Inc.

Filter Design Toolbox User's Guide (2000) © COPYRIGHT by The MathWorks, Inc.

Using MATLAB (2000) © COPYRIGHT 1984-2000 by The MathWorks, Inc.



### 3. REPOTENCIACION DE HORNO DE CULTIVOS



Ilustración 3 Horno de cultivos repotenciado

Autores: Marcelo Noreña Ceballos, Cristian David Londoño, Danilo Cardona Carmona, Rubén Darío Cárdenas Espinosa.

#### Resumen:

Repotenciar el horno de cultivos con atmosfera microcontrolada como soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación al personal técnico de los hospitales y clínicas del sector salud y la comunidad en general.

Palabras Clave: Horno de Cultivos, Prácticas, Salud, Programación. Microcontrolador, Atmosfera Controlada, Optimización.

#### Objetivo General

Repotenciar un horno de cultivos con atmosfera microcontrolada

como soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los componentes del horno de cultivos y estudiar sus características.
- Reconocer fuentes de alimentación y conducción de la electricidad que conlleve al correcto uso del equipo y a su eficaz mantenimiento.
- Repotenciar el equipo, con el fin de reducir tiempos de aprendizaje en el proceso de formación.
- Analizar los diferentes sistemas de seguridad del equipo, parámetros y riesgos para prevenir fallas que puedan surgir en el horno de cultivos.

### **Materiales y métodos:**

Resistencia calefactora de 47 ohms, fuente de 12 y 8 voltios, Tarjeta de acondicionador de señal, alarma audible, tarjeta de potencia optoacoplada (MOC 3021), tarjeta microprocesadora (PIC18F4550), cámara de calefacción, panel frontal de comandos y componentes electrónicos.

La Metodología empleadas se basa en una triangulación entre el método cualitativo y el cuantitativo. En el primero se hace uso del análisis de documentos, en el cual se revisa manuales, boletines técnicos, políticas de implementación, entre otros, con el fin de fundamentar una base teórica del tema a tratar. Por otra parte el uso del método cuantitativo nos ayuda a establecer este estudio como una guía, o manual de referencia para un administrador de equipos biomédicos o integrador de servicios tecnológicos hospitalarios, el cual oriente al usuario indicándole las especificaciones que dictan las normas, señaladas en la investigación.

### **Resultados**

Se hizo el análisis del estado del arte del horno de cultivos para identificar

sus componentes con el propósito de conocer las características de cada uno de ellos. A partir del Análisis de condiciones iniciales se realizará el plan de trabajo.

## **Conclusiones**

Se logró repotenciar el equipo con base a las alternativas de solución analizadas.

## **Referencias:**

Cárdenas, 2013, Edublog Circuitos Eléctricos. Disponible en: <http://edublogcircuitosac.blogspot.com/> [Visitada en Julio de 2015]  
Alatrística, C. B., & de Bambarén, S. A. (2008). Programa médico arquitectónico para el diseño de hospitales seguros. Sinco editores.  
Arias, F., & Hernando, M. (2012). Propuesta de un proceso para la verificación metrológica aplicable al servicio especializado de Laboratorio Clínico en el Hospital Universitario del Valle Evaristo García ESE.



## 4. LA BOMBA DE INFUSIÓN



Ilustración 4 Bomba de Infusión

Autores: Estefany Martinez Castrillon, Laura Daniela Campuzano Arias, Danilo Cardona Carmona, Rubén Darío Cárdenas Espinosa.

### Resumen:

Realizar análisis del funcionamiento de la bomba de infusión, su gestión de mantenimiento como soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación profesional integral y formación complementaria al personal técnico de los hospitales y clínicas del sector salud y la comunidad en general

### Objetivo General:

Realizar la Gestión de Mantenimiento de la bomba de infusión como elementos de los procesos quirúrgicos en la aplicación clínica de analgesia y quimioterapia de soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación



### **Objetivos específicos:**

- Observar la bomba de infusión para Identificar sus componentes con el propósito de conocer sus características funcionamiento y operación.
- Reconocer los accesorios de la bomba de infusión como partes fundamentales que conlleve al correcto funcionamiento.
- Identificar los diferentes sistemas de seguridad del equipo, parámetros y riesgos para prevenir fallas que puedan surgir en la máquina

### **Metodología:**

Enfoque Empírico – Analítico, Carácter Descriptiva, Corte transversal  
Población objeto: Aprendices SENA y comunidad en general con acceso a internet.

Secuencias: La práctica pedagógica se realizó en tres Fases: prueba diseño e implementación

### **Resultados:**

Bases conceptuales de la bomba de infusión, aprendizaje del manejo del equipo (principio de funcionamiento, operación, condición médica). Al realizar el debido despiece con previa documentación del equipo se ha aprendido sobre la arquitectura interna y accesorios

### **Conclusiones:**

Realizar el debido mantenimiento preventivo y correctivo a la bomba de infusión teniendo en cuenta lo aprendido para ponerlo en practica y así aprovechar todos lo recursos brindados.

Conocer el principio de funcionamiento del equipo, sus características técnicas saber los debidos cuidados que hay que tener con el equipo, operar adecuadamente el equipo, saber los parámetros que mide el equipo.

Antes de realizar mantenimiento del equipo se debe consultar el

manual de operación e identificar los componentes internos y sus circuitos electrónicos.

### Referencias:

Cenetec, 2004, Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/> [Visitada en Julio de 2015]

55 Congreso Nacional de la sociedad española de farmacia hospitalaria, 2010, Bombas de Infusión. Disponible en: [http://www.sefh.es/55congresoInfo/documentos/9bis\\_20\\_17\\_manrique.pdf](http://www.sefh.es/55congresoInfo/documentos/9bis_20_17_manrique.pdf) [Visitada en Julio de 2015]

Pisa farmacéutica, 2010, Bomba de infusión. Disponible en: [http://www.pisa.com.mx/publicidad/portal/enfermeria/manual/4\\_1\\_4.htm](http://www.pisa.com.mx/publicidad/portal/enfermeria/manual/4_1_4.htm) [Visitada en Junio de 201



## 5. MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS



Ilustración 5 Máquina de hemodiálisis

Autores: Luisa Fernanda Ortega, Astrid Carolina Zapata, Danilo Cardona Carmona, Rubén Darío Cárdenas Espinosa.

### Resumen:

Profundizar los conocimientos en la Máquina de Hemodiálisis como soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación al personal técnico en los hospitales y clínicas del sector salud y la comunidad en general.

Palabras Clave: Máquina de Hemodiálisis, Sangre, Riñón artificial, Optimización, Salud.

## **Objetivo General:**

Analizar la Máquina de Hemodiálisis para conocer el funcionamiento, la función e importancia en el sector de la salud al momento de realizar un procedimiento o un tratamiento adecuado.

## **Objetivos Específicos**

- Identificar los componentes de la máquina de hemodiálisis con el propósito de conocer sus características, funcionamiento, operación y mantenimiento.
- Reconocer los accesorios de la Máquina de Hemodiálisis como partes fundamentales que mejoran el funcionamiento del equipo y ayudan a obtener un rendimiento eficaz.
- Identificar los diferentes sistemas de seguridad del equipo, parámetros y riesgos para prevenir fallas que puedan surgir en la máquina.

## **Materiales y métodos:**

Computador y herramientas web 2.0 y demás recursos TIC.

Enfoque Empírico – Analítico, Carácter Descriptiva, Corte transversal

Población objeto: Aprendices SENA y comunidad en general con acceso a internet.

Secuencias: La práctica pedagógica se realizó en dos Fases: investigación y documentación.

## **Resultados:**

Se adquirieron conocimientos acerca de la Máquina de Hemodiálisis y sus componentes con el propósito de conocer las características de cada uno de ellos.

La información obtenida será la base fundamental al momento de realizar una práctica o mantenimiento relacionado con este tipo de equipos.

## **Conclusiones:**

El personal a cargo de realizar el mantenimiento debe tener

conocimiento previo sobre las variables que mide el equipo (pH, alcalinidad y oxígeno) .

El operario debe ser consciente de la importancia que tienen las normas de bioseguridad, tanto para el como para el paciente, considerando la complejidad del procedimiento a realizar y los fluidos corporales con los que se va a trabajar.

### **Referencias:**

American Kidney Fund Disponible en: <http://www.kidneyfund.org/espanol/falla-renal/hemodilisis.html?referrer=https://www.google.com.co/> [Visitada en Agosto de 2015]

Opción Renal Disponible en: <http://www2.fmc-ag.com/aptrix/fmcint/kidneyoptionsspain.nsf/Content/Hemodialysis> [Visitada en Agosto de 2015]

Fundación Renal Íñigo Álvarez de Toledo (FRIAT) Disponible en: <https://www.friat.es/la-enfermedad-renal/la-hemodialis/> [Visitada en Agosto de 2015]

## 6. DIDACTICA EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS MONITOR DE MULTIPARÁMETROS



Ilustración 6 Monitor multiparámetros

Autores: Luis Villa, Stiven Granada, Danilo Cardona Carmona, Rubén Darío Cárdenas Espinosa.

### Resumen:

El proyecto consiste en implementar una didáctica para el Mantenimiento y operación del Monitor Multiparámetros como elemento de los procesos quirúrgicos y de diagnóstico de enfermedades cardiacas y de soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.

Palabras Clave: Monitor Multiparámetros, Equipos Didácticos, prácticas, Optimización, Salud

### Objetivo General

Realizar la Gestión de Mantenimiento del Monitor Multiparámetros como elementos de los procesos quirúrgicos y de diagnóstico de enfermedades cardiacas y de soporte educativo en el aprendizaje del área de la biomédica para facilitar los procesos de formación.

## Objetivos Específicos

- Observar el monitor de multiparámetros para Identificar sus componentes con el propósito de conocer sus características funcionamiento y operación.
- Reconocer los accesorios del monitor de multiparámetros como partes fundamentales que conlleve al correcto funcionamiento de la incubadora pediátrica y a su eficaz mantenimiento.
- Identificar los diferentes sistemas de seguridad del equipo, parámetros y riesgos para prevenir fallas que puedan surgir en la máquina.

## Materiales y Métodos

Monitor multiparámetros, computador y herramientas web 2.0 y demás recursos TIC.

La Metodología empleadas se basa en una triangulación entre el método cualitativo y el cuantitativo. En el primero se hace uso del análisis de documentos, en el cual se revisa manuales, boletines técnicos, políticas de implementación, entre otros, con el fin de fundar una base teórica del tema a tratar. Por otra parte el uso del método cuantitativo nos ayuda a establecer este estudio como una guía, o manual de referencia para un administrador de equipos biomédicos o integrador de servicios tecnológicos hospitalarios, el cual oriente al usuario, indicándole las especificaciones que dicta las normas, señaladas en la investigación.

## Resultados

Se hizo el análisis del estado del arte del Monitor Multiparámetros, sus componentes con el propósito de conocer las características de cada uno de ellos.

A partir del Análisis de condiciones iniciales se realizará el plan de trabajo.

## Conclusiones

A partir del análisis y reconocimiento del equipo durante los meses de abril y mayo se realizará la ejecución de los componentes didácticos de mantenimiento del equipo biomédico

## Referencias

- Cushing H, Bovie W: Electrosurgery as an aid to the removal of intracranial tumors. *Surg Gynecol Obstet* 1928; 47: 751-784.
- Clark W. Oscillatory desiccation in the treatment of accessible malignant growths and minor surgical conditions. *J Adv Thr.* 1911; 29: 169-174.
- Kelly HA, Ward G: *Electrosurgery*. WB Saunders, Philadelphia. 1931.
- Stephen MC. *Operative Laparoscopy and Hysteroscopy*. *Electrosurgery* 1996; 37-86.
- Hulka JF, Rich H. *Textbook of Laparoscopy*. Power: Electricity and Laser. 1994; 24-50.
- Hausner K. *Electrosurgery-macro vs micro*. In *Laser vs. Electrosurgery: Practical Considerations for Gynecology*. Addison. IL, Elmed Inc., 1989; 7-9.
- Oringer MJ, Kelly WJ, Harrinson JD. *Laboratory experimental evaluation of efficacy of clinical electrosurgical techniques in electrosurgery in density*, Philadelphia. 1975, W.B Saunders.



## 7. MODELACIÓN ELÉCTRICA EN EL CUERPO HUMANO

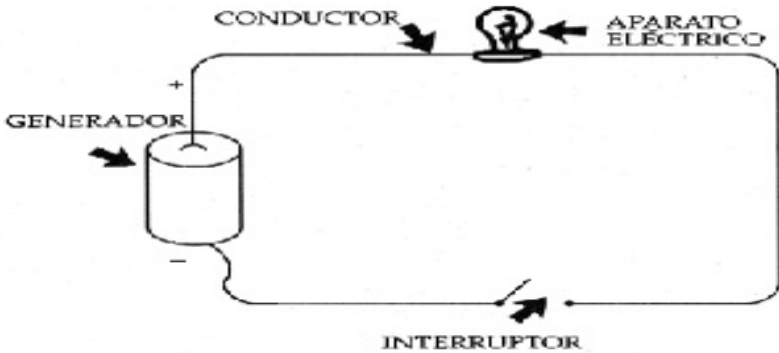


Ilustración 7 Modelación eléctrica del cuerpo humano

Autores: Gloria Milena Rojas Moreno, Miguel Angel Carmona Arellano y Santiago Vargas Garcia.

### Resumen:

El cuerpo humano se puede modelar como un circuito eléctrico ya que en sus células, se encuentran componentes con comportamientos que se asemejan a los circuitos eléctricos como impedancia, corrientes iónicas y diferencias Potenciales, medida a través de la membrana celular.

Palabras clave: Resistencia- Corriente- Impedancia- Ley de OHM- Conductancia- Diferencia de potencial- Capacitancia.

### Objetivo:

Reconocer el modo comparativo de un sistema eléctrico básico en el cuerpo humano.

La electricidad juega un papel vital en muchos procesos biológicos. Desde la sanación de heridas hasta el mapeo del plano de su cuerpo. El cuerpo humano esta conformado aproximadamente un 70% agua, y esta agua tiene sales disueltas, asi que en este constituye un electrolito.

Es esta agua con sales disueltas la que hace que el cuerpo sea un

buen conductor. Con respecto a lo del capacitor, un capacitor es una estructura formada por dos conductores separados una pequeña distancia, aislados entre si por vacío o por algún material dieléctrico. Un tipo común de capacitor es el capacitor de placas paralelas, que consiste en dos placas metálicas separadas.

## EL CUERPO HUMANO ES CONDUCTOR DE LA ELECTRICIDAD

“El cuerpo humano conduce la electricidad”. Para probar este hecho, se montó un experimento en base al funcionamiento de un circuito eléctrico sencillo: un generador, dos cables conductores que salen de cada uno de sus polos y una bombilla. ¡Somos conductores de la electricidad y podemos encender bombillas con las manos, utilizando nuestro propio cuerpo como conductor de la corriente de electrones.

Trayectoria de la corriente eléctrica en el cuerpo humano:

- a- Mano- pie del otro lado
- b- Mano- Cabeza
- c- Mano Derecha- Tórax- Mano Izquierda
- d- Cabeza- Pies

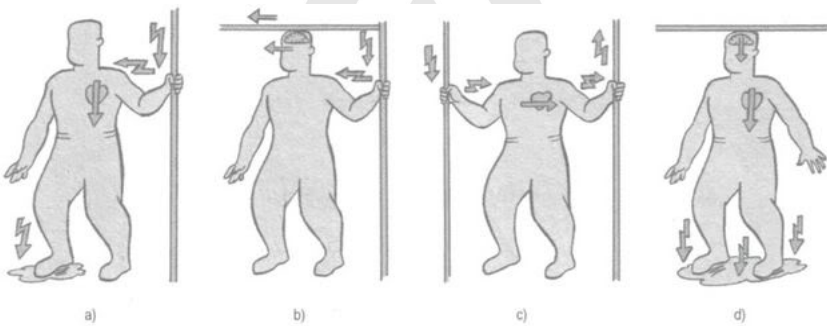


Fig. A.17. Trayectorias de la corriente eléctrica en el cuerpo humano. a) Mano-pie del lado contrario; b) Mano-cabeza; c) Mano derecha-tórax-mano izquierda; d) Cabeza-pies.

Ilustración 8 Trayectorias de la corriente eléctrica en el cuerpo humano

Esquema eléctrico de la Membrana celular:

La membrana celular es un sistema formado por resistencia (Canales) y capacitores (Bicapa Líquida) en paralelo. Cada canal es selectivo a un determinado ion. La diferencia de potencial que ve cada canal es proporcional a la diferencia de concentración que existe para ese ion

entre ambos lados de la membrana. Esta diferencia de concentración puede ser esquematizada como una pila o batería. El potencial que se observara a través de la membrana resultara del número de canales abiertos y de la permeabilidad relativa de ellos.

EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA (50 - 60 Hz)		
INTENSIDAD (mA)	DURACIÓN	EFFECTOS
0 - 0,5	Independiente	Umbral de percepción. No provoca ninguna sensación. Sin consecuencias
0,5 - 10	Independiente	Cosquilleos, calambres y movimientos musculares reflejos
10 -15	Independiente	Umbral de no soltar
15 - 25	Minutos	Contracción brazos y piernas. Dificultad de respiración. Aumento de la tensión arterial. Límite de tolerancia
25 - 50	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas. Aumento de la tensión arterial. Fuerte efecto de tetanización. Inconsciencia. Inicio fibrilación ventricular
50 - 200	Menos de un ciclo cardíaco	No se produce fibrilación ventricular. Fuertes contracciones musculares
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. Inicio electrocución independiente de la fase del ciclo cardíaco
200 - 1000	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. Inicio electrocución dependiente de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación solo en la fase sensitiva
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia: marcas visibles. Quemaduras. Alto riesgo de muerte
1 - 5 Amperios	Independiente	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD. El/la autor/ra del artículo ha preparado esta tabla con los valores, efectos y consecuencias generalmente aceptados por los especialistas. No obstante, se hace constar expresamente que los datos se facilitan exclusivamente a efectos informativos y pueden diferir de los registrados en casos reales concretos. Por ello, el autor/autora NO ASUME NINGUNA RESPONSABILIDAD SOBRE EL USO DE DICHA TABLA.

## Conclusiones:

Se identificó que la electrónica corre por nuestro cuerpo constantemente, que es esencial en su funcionamiento, teniendo Conductancias, Diferencias de potencial, y en cada parte de él encontrar la formula de la Ley de Ohm Aplicada.

## Referencias:

Diane Martindale, 2015. New scientist, Disponible en: [www.sep.com](http://www.sep.com), [Visitada en Agosto de 2015]  
 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Complementarias (MIBT) Disponible en: <http://www.saberespractico.com> [Visitada en Agosto de 2015]

## 8. Tecnología Biomédica Aplicada: Educación e Innovación con sentido social.

### “Tecnología Biomédica Aplicada: Educación e Innovación con Sentido Social”



Mg. María Adela Sánchez Zuluaga

Centro de Automatización Industrial Sena Regional Caldas

#### OBJETIVO GENERAL

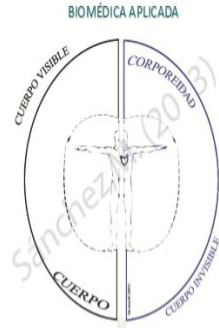
Comprender el sentido que tiene para los aprendices e instructores del Programa de Mantenimiento de Equipo Biomédico del C.A.I., la educación y la innovación tecnológica en su programa de formación.

#### METODOLOGÍA

Bajo el enfoque orden cualitativo, la investigación será de carácter fenomenológico hermenéutico, en tanto reflexiva educacional, desde una perspectiva holística que articula la percepción de los actores comprometidos, dando cuenta de su ser, esencia y cosmovisiones.

#### RESULTADOS ESPERADOS

Fortalecimiento de aspectos que le apuesten a una Formación Profesional Integral y a la interlocución, a través de la entrevista en profundidad, en la reconstrucción del lenguaje que expresa y vive los saberes y sentires, tanto del aprendiz como del instructor, abriendo caminos de comunicación y comprensión de la “trama educativa”.



- |                        |                        |                        |                         |
|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. BIOMÉDICA APLICADA  | 2. BIOMÉDICA APLICADA  | 3. BIOMÉDICA APLICADA  | 4. BIOMÉDICA APLICADA   |
| 5. BIOMÉDICA APLICADA  | 6. BIOMÉDICA APLICADA  | 7. BIOMÉDICA APLICADA  | 8. BIOMÉDICA APLICADA   |
| 9. BIOMÉDICA APLICADA  | 10. BIOMÉDICA APLICADA | 11. BIOMÉDICA APLICADA | 12. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 13. BIOMÉDICA APLICADA | 14. BIOMÉDICA APLICADA | 15. BIOMÉDICA APLICADA | 16. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 17. BIOMÉDICA APLICADA | 18. BIOMÉDICA APLICADA | 19. BIOMÉDICA APLICADA | 20. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 21. BIOMÉDICA APLICADA | 22. BIOMÉDICA APLICADA | 23. BIOMÉDICA APLICADA | 24. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 25. BIOMÉDICA APLICADA | 26. BIOMÉDICA APLICADA | 27. BIOMÉDICA APLICADA | 28. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 29. BIOMÉDICA APLICADA | 30. BIOMÉDICA APLICADA | 31. BIOMÉDICA APLICADA | 32. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 33. BIOMÉDICA APLICADA | 34. BIOMÉDICA APLICADA | 35. BIOMÉDICA APLICADA | 36. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 37. BIOMÉDICA APLICADA | 38. BIOMÉDICA APLICADA | 39. BIOMÉDICA APLICADA | 40. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 41. BIOMÉDICA APLICADA | 42. BIOMÉDICA APLICADA | 43. BIOMÉDICA APLICADA | 44. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 45. BIOMÉDICA APLICADA | 46. BIOMÉDICA APLICADA | 47. BIOMÉDICA APLICADA | 48. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 49. BIOMÉDICA APLICADA | 50. BIOMÉDICA APLICADA | 51. BIOMÉDICA APLICADA | 52. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 53. BIOMÉDICA APLICADA | 54. BIOMÉDICA APLICADA | 55. BIOMÉDICA APLICADA | 56. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 57. BIOMÉDICA APLICADA | 58. BIOMÉDICA APLICADA | 59. BIOMÉDICA APLICADA | 60. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 61. BIOMÉDICA APLICADA | 62. BIOMÉDICA APLICADA | 63. BIOMÉDICA APLICADA | 64. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 65. BIOMÉDICA APLICADA | 66. BIOMÉDICA APLICADA | 67. BIOMÉDICA APLICADA | 68. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 69. BIOMÉDICA APLICADA | 70. BIOMÉDICA APLICADA | 71. BIOMÉDICA APLICADA | 72. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 73. BIOMÉDICA APLICADA | 74. BIOMÉDICA APLICADA | 75. BIOMÉDICA APLICADA | 76. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 77. BIOMÉDICA APLICADA | 78. BIOMÉDICA APLICADA | 79. BIOMÉDICA APLICADA | 80. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 81. BIOMÉDICA APLICADA | 82. BIOMÉDICA APLICADA | 83. BIOMÉDICA APLICADA | 84. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 85. BIOMÉDICA APLICADA | 86. BIOMÉDICA APLICADA | 87. BIOMÉDICA APLICADA | 88. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 89. BIOMÉDICA APLICADA | 90. BIOMÉDICA APLICADA | 91. BIOMÉDICA APLICADA | 92. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 93. BIOMÉDICA APLICADA | 94. BIOMÉDICA APLICADA | 95. BIOMÉDICA APLICADA | 96. BIOMÉDICA APLICADA  |
| 97. BIOMÉDICA APLICADA | 98. BIOMÉDICA APLICADA | 99. BIOMÉDICA APLICADA | 100. BIOMÉDICA APLICADA |

Figura: Tecnología Biomédica Aplicada: Educación e Innovación con Sentido Social. Red de Comprensiones y Sentidos (cuerpo visible e invisible)

Sánchez, M. (2013)



Imagen Web: <https://goo.gl/CKYwZa>



[www.sena.edu.co](http://www.sena.edu.co)

Ilustración 9 Póster Digital de la Instructora Maria Adela Sanchez Zuluaga

Autor: María Adela Sanchez Zuluaga.

## 9. Registro Fotográfico del Simposio Mantenimiento Electrónico Aplicado













