

# FENALTEC



**LA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA**

**2017**

OCTUBRE

Edición No. 02



[WWW.FENALTEC.ORG.CO](http://WWW.FENALTEC.ORG.CO)



**UNTEELCO**



En el desarrollo de una sociedad son muchos los que participan de ella y para uno de los aspectos más importantes de su desarrollo constructivo es la electricidad y es ahí donde hace muchos años los técnicos electricistas hicieron parte en la creación de una de las grandes infraestructuras del país como es la construcción, donde como unos verdaderos profesionales día a día ejecutan sus actividades en una labor que solo el profesionalismo hace que los riesgos de la misma se mitiguen.

Esta es una labor desarrollada procurando el bienestar primero de sus familias y luego de la sociedad, es por eso que para "UNTEELCO" celebrar 40 años de vida jurídica en la participación, unión, apoyo y defensa del gremio de los técnicos electricistas es un orgullo y una gran satisfacción

de los objetivo cumplidos con los cuales fue creada donde todas las personas que han participado en su dirección han sido grandes líderes quienes dieron mucho de su vida, su tiempo, en busca del bienestar común, participando de grandes entidades que procuran cada día nuestro accionar profesional como es Nuestra federación "FENALTEC" y nuestro ente normativo y de control CONTE. Muchos de ellos que ya partieron también gran parte continúan con nosotros de los que varios nos acompañan el día de hoy. Agradecemos a las personas que nos han rodeado hasta el día de hoy, a los que se empeñan en esta gran tarea, la asociación y la búsqueda continua del bienestar que deben tener los profesionales de la electrotecnia del país en la "unión de técnicos electricistas de Colombia UNTEELCO" 40 años.



Cesar Velásquez

**FENALTEC**

## exZhellent SOLAR

Una marca de General Cable

**Cables especializados  
para energías renovables  
en aplicaciones de  
energía solar.  
Ahora en Colombia**

Los sistemas de generación de energía eléctrica con tecnología solar fotovoltaica tienen condiciones muy especiales debido a que están expuestos a la rigurosidad del medio ambiente, los cambios de temperatura, la radiación solar directa, la humedad, los roedores y la abrasión, entre otros.

Como respuesta a esta necesidad, **General Cable** ha desarrollado los cables **ExZhellent Solar**, fabricados para soportar las difíciles condiciones de operación de los sistemas fotovoltaicos.

**Procables**, una empresa **General Cable**, trae a Colombia estos nuevos cables para apoyar y estimular la utilización de energía limpia ilimitada.

4 mm<sup>2</sup> EXZHELLENT SOLAR ZZ-F CuSn15 XLPE 0.6/1kV ac 1.8kV dc 120°C HFF



Para mayor información contacte a nuestro ejecutivo de ventas especializado al celular **310 315 5703** o escríbanos a [mercadeo@generalcable.com.co](mailto:mercadeo@generalcable.com.co)

Para obtener mayor información acerca de los cables ExZhellent Solar escanee este código QR con su celular o tableta conectada a internet

General Cable

## “EL REGLAMENTO TÉCNICO DE ETIQUETADO RETIQ, UNA HERRAMIENTA CON BENEFICIOS PARA TODOS”

Tras años de trabajos y esfuerzos realizados tanto a nivel público como privado el Ministerio de Minas y Energía – MME, hace poco más de un año entró en vigencia el Reglamento Técnico de Etiquetado – RETIQ, con fines de Uso Racional y Eficiente de Energía.

En la década anterior se dieron claras indicaciones, las cuales siguen hoy vigentes, en relación con atender la necesidad de disponer de un sistema de etiquetado de desempeño energético eficaz que refleje las condiciones de equipos y a la vez estimule la actualización tecnológica de la industria, así como una mayor participación en el mercado de equipos eficientes. Tales directrices han permitido realizar proyecciones alentadoras de ahorro energético y de beneficios económicos para el país.

El etiquetado energético en Colombia encuentra su soporte legal en la Ley 697 de 2001, mediante la cual la eficiencia energética fue declarada como interés nacional creando simultáneamente el PROURE, mas tal concepto amplió su espectro de aplicación con la Ley 1715 de 2014 a la gestión eficiente de la energía, reflejando con ello la apropiación nacional del estado del arte mundial en cuanto a políticas energéticas del lado de la demanda.

El RETIQ establece la etiqueta colombiana, la cual con características visuales y de información para los consumidores sobre los aspectos de consumo, desempeño energético y características relevantes de los equipos considerados como parte del alcance reglamentario. En particular el etiquetado dispuesto con el RETIQ atiende el criterio de uniformidad de presentación de la información por tipo de equipo, con base en la igualdad del método de ensayo como de los rangos de clasificación energética usados.

Es de resaltar que en el PROURE las acciones en cultura y reglamentación técnica juegan un papel fundamental, siendo en tal sentido que el RETIQ se constituye en un instrumento para el uso de todos los colombianos. Es así que como herramienta legal obligatoria brinda beneficios para cada una de las partes interesadas en su implementación, bien como actores obligados o beneficiarios. Facilita decisiones de compra efectivas para

los consumidores, es una oportunidad de mejoramiento competitivo para la industria, genera y amplía capacidad en laboratorios de ensayos y organismos de certificación, y en general un mejor aprovechamiento de recursos energéticos y monetarios del país.

Elementos que invitan a la participación y permanencia en el programa corresponde con los atributos de calidad y el nivel de confianza de la información ofrecida, siendo en este modo dispuestos los requisitos uniformes y progresivos a través del RETIQ por parte del regulador, así como el soporte de la evaluación de la conformidad con el reglamento en cabeza del Subsistema Nacional de la Calidad – SICAL. De manera complementaria, en la oferta de servicios conexos se observa ya, por fuerza de la demanda creada, la decisión de ampliar los alcances o el número de Organismos de Certificación de Producto, la ampliación de capacidades en cuanto a implementación de ensayos de laboratorio, así como de número de laboratorios. Todas las anteriores actividades sugieren una mayor vinculación de personal operativo, así como de profesionales especializados en la materia, siendo coherentes con las políticas nacionales de ampliar las condiciones técnicas del país con miras a mejorar indicadores de competitividad que permitan su participación en los mercados internacionales.

La cultura en uso energético resulta fundamental y por ello una actividad a propiciar entre los colombianos es la comparación. En particular, el programa de etiquetado a partir de la “Etiqueta URE” aplicable única y exclusivamente en el ámbito geográfico del territorio nacional requiere actividades de difusión y capacitación apropiadas. En este sentido, las acciones impulsadas por este ministerio tales como la capacitación de la fuerza de ventas y de los técnicos, aprovechando también el desarrollo de herramientas informáticas de acceso para todos los colombianos, pretenden inculcar de manera más efectiva y cercana las posibilidades y beneficios de usar el etiquetado como medio para identificar diferencias entre equipos.



Figura: Ejemplo posibles etiquetas de equipos acondicionadores de aire con similares prestaciones, pero diferente consumo y desempeño energético

El haber efectuado en la etapa de preparación del RETIQ una revisión Internacional y nacional de aquellos estándares aplicables a los diferentes tipos de equipos deja al país con un nivel de vanguardia en sus exigencias mínimas y metas en cuanto a desempeño energético. No obstante, con el ejercicio real de la implementación del etiquetado se han identificado aspectos que requieren de ajuste, bien para hacer relevantes y diferenciables las bondades de últimos desarrollos tecnológicos o aplicaciones especializadas con equipos de diseño particular. En este sentido se resalta el acercamiento con los productores nacionales e importadores a través de las agremiaciones que canalizan aportes y propuestas importantes para disponer de mejores condiciones para la competencia entre ofertas de equipos, así como para mejorar la calidad y oportunidad de la información brindada a los consumidores, tan importante en los procesos de generación de cultura energética.

El RETIQ actualmente vigente dispone de la exigibilidad del etiquetado como sigue:

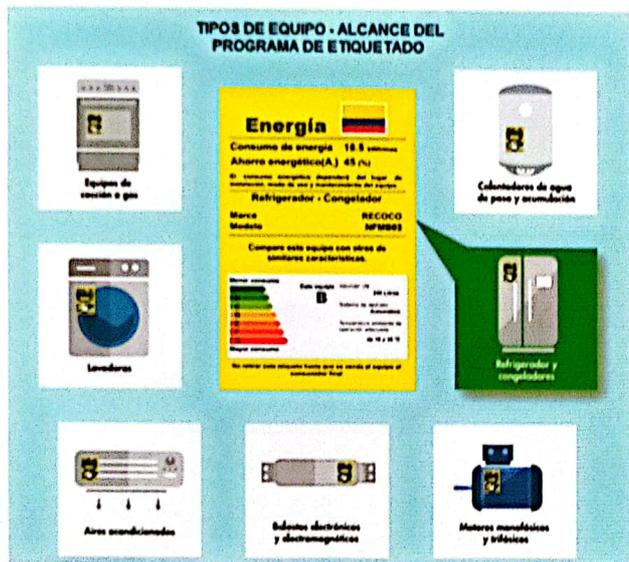


Figura: Tipo de equipos objeto del RETIQ.

A partir del 31 de agosto de 2016:

- Acondicionadores de aire con capacidad de enfriamiento hasta 10.540 vatios, (Suspendido para acondicionadores de aire, tipo portátil)
- Refrigeradores y congeladores de uso doméstico
- Balastos electromagnéticos y electrónicos para fuentes fluorescentes (Suspendido)
- Motores monofásicos y trifásicos, de inducción tipo jaula de ardilla.
- Lavadoras de ropa de uso doméstico

A partir del 31 de agosto de 2017 los siguientes

- Refrigeradores y congeladores de uso comercial.

A partir del 1 de abril de 2018, los siguientes equipos:

- Acondicionadores de Aire, tipo multi Split con capacidad de enfriamiento inferior a 17.580 vatios.
- Acondicionadores de Aire con capacidades de enfriamiento superiores a 10.540 y hasta 17.580 vatios.
- Calentadores Eléctricos de agua, tipo acumulador.
- Calentadores de Agua a gas, tipo acumulador y tipo paso.
- Gasodomésticos para cocción de alimentos.

Invitamos a seguir el rumbo de largo plazo en el que está trabajando el MME junto con las entidades vinculadas y demás actores comprometidos para con los temas energéticos y ambientales, llevando la cultura de la eficiencia energética desde un enfoque micro, de los equipos en el hogar, ampliándolo para contemplar la gestión de los sistemas de aprovisionamiento energético de edificaciones de uso residencial, comercial o industrial.

La visión prevista para el RETIQ es amplia en el sentido de esperarse una segunda etapa de equipos, mas a mediano plazo puede pensarse en lograr avances similares a los europeos en cuanto a la evaluación, certificación y etiquetado de edificaciones. En esta materia pueden resaltarse avances nacionales en la realización de caracterizaciones de uso energético y definición de bases técnicas de indicadores de consumo, así como el impulso desde el sector privado de sellos asociados a buenas prácticas y sostenibilidad.

De otra parte, es importante mencionar que se encuentra en trámite un decreto por el cual se reglamenta el IVA diferencial para la venta de neveras destinadas a sustitución, beneficio a percibir por los consumidores de los estratos 1, 2 y 3, fomentando con ello la sustitución de neveras viejas. En el esquema a montar el referente técnico de las neveras nuevas es el RETIQ en sus categorías más eficientes (A, B o C).

Finalmente se espera que además del precio, los aspectos estéticos o la funcionalidad del equipo en particular, la información de la eficiencia o el desempeño energético sirvan para tomar decisiones más acertadas. Desde otro punto de vista, también debe difundirse como una práctica responsable frente a las necesidades e impactos ambientales actuales con adicionales beneficios económicos para las familias, las empresas y el mismo estado colombiano.

**Luis Fernando López Pineda**

Ingeniero Electricista, Coordinador G. Políticas y Reglamentación. Dirección de Energía Eléctrica. Ministerio de Minas y Energía

## LA SEGURIDAD ELÉCTRICA Y SU RELACIÓN CON EL INSPECTOR ELÉCTRICO

La fuerte demanda de nuevas construcciones en las ciudades y zonas rurales de Colombia ha fortalecido la economía local y nacional, trayendo beneficios en empleo a personal técnico, tecnológico y profesional. A este último personal profesional en ingeniería eléctrica, electromecánica y de redes eléctricas se le ha delegado la responsabilidad de hacer cumplir las normas establecidas en la ley colombiana en cuanto a instalaciones eléctricas. Cada vez que se entrega una instalación eléctrica de cierta capacidad a su cliente final es ley que un Inspector eléctrico testifique que la instalación cumple con los requisitos de las normas establecidas con el fin de certificar que dicha instalación es segura y no representa un riesgo para las personas que se vivan o permanezcan en la instalación. Por lo anterior la inspección eléctrica nace de la necesidad de tener en el país instalaciones seguras, cada vez más encaminadas salvaguardar la vida, al desarrollo profesional y a la calidad de las instalaciones eléctricas.

El Ministerio de Minas y Energía delego a través del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2013 Artículo 38.1 a las Universidades con el programa de Ingeniería Eléctrica a realizar la evaluación de competencias de los inspectores eléctricos mientras no existan Organismos de Certificación de competencias en el país. Las Universidades delegadas por el Ministerio son las encargadas de evaluar que las competencias profesionales del personal inspector sean de las calidades técnicas y profesionales más altas. La Universidad tiene la responsabilidad de realizar una evaluación que comprenda las capacidades de desempeño y conocimiento del inspector. El examen debe ser de alta rigurosidad y nivel para permitir evaluar el conocimiento del inspector frente a los requerimientos del RETIE (Anexo General y NTC 2050-Primeros 7 capítulos). Cuando la Universidad entrega el certificado de competencias al inspector este recibe la responsabilidad de hacer cumplir la reglamentación colombiana en cuanto a la certificación de instalaciones; es decir él se convierte en la Autoridad Con Jurisdicción (ACJ) tal como lo dice la norma NTC 2050 en el artículo 90.7 y esta subordinado al Ministerio de Minas. Ya el Inspector puede iniciar su labor de verificación de las instalaciones eléctricas.

Como procedimiento en la evaluación de una instalación eléctrica por parte del inspector, este debe seguir ciertos

procedimientos de trabajo seguro independiente de las actividades de revisión documental de diseños, certificados, etc. Sin embargo el inspector nunca debe perder de vista que una instalación segura se compone de tres pilares principales: Productos certificados, revisión de la instalación según la norma y un análisis de riesgo.

Los procedimientos de trabajo seguro del inspector corresponden inicialmente en una verificación inicial antes de la visita que le indique que tipo de instalación es, cual es el tamaño de la instalación, cual es la capacidad de potencia de la instalación, equipos presentes en la instalación, niveles de tensión de la instalación, entre otros. Esto le transmite una comprensión más clara sobre los riesgos a los que se puede enfrentar.

Durante la visita el inspector debe aclarar el alcance de la inspección con el cliente, sin dejar de lado que pueden existir riesgos asociados en su recorrido debidos a lugares o sitios que no se encuentran dentro del alcance, como por ejemplo tensiones inducidas, retornos de alimentación, instalaciones provisionales, etc.

El inspector por lo tanto debe realizar un análisis de riesgo al inicio de la visita junto con el cliente o conocedor de la instalación, para ser informado de los posibles riesgos a los que puede estar sometido como por ejemplo, locativos, mecánicos, biológicos, etc. En este artículo nos vamos a enfocar en el análisis de riesgo eléctrico que debe realizar el inspector.

Inicialmente la visita comprende para el caso de instalaciones de uso final una revisión de la transformación y distribución asociada a la instalación a evaluar. Por lo tanto se deben considerar los riesgos existentes que se pueden generar en la subestación, como choque eléctrico debido a tensiones de contacto o de paso y los elementos de protección personal necesarios para mitigar dicho riesgo. Las tensiones de contacto se pueden generar por equipos o tableros abiertos, en los que el inspector podría llegar a tener un contacto accidental por movimientos involuntarios o por la manipulación de herramientas que logren entrar dentro de la zona prohibida. Por lo tanto es necesario que el inspector tenga la fortaleza técnica en los conceptos de distancias de aproximación mostradas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en el capítulo 13.4 tablas 13.7 y 13.8 distancias de aproximación para trabajos en o cerca a partes energizadas con corriente alterna y distancias de aproximación para trabajos en o cerca a partes energizadas con corriente continua respectivamente. Estas distancias le permitirán conocer hasta donde se puede acercar para realizar la inspección con el fin de disminuir el

riesgo de choque eléctrico. Por ejemplo si se tiene un tablero de 480 VL-L energizado abierto y el inspector ingresa dentro de la zona de aproximación restringida (0,3 metros), él debe contar con los elementos de protección personal necesarios como casco, botas dieléctricas, guantes, protección auditiva, barbuquejo y los demás elementos necesarios según corresponda con el análisis de riesgo evaluado. Además debe verificar que sea él un personal calificado para realizar la labor; es decir el personal calificado corresponde a la persona que conoce del riesgo, conozca con claridad la instalación, los equipos instalados y la operación de los mismos, ya que puede ocurrir el caso de que exista una revisión por parte de un inspector el cual no conoce adecuadamente la instalación y los equipos asociadas a esta. Las distancias de aproximación son una herramienta fundamental en la seguridad del técnico, ingeniero e inspector y deben ser claras en su identificación y de fácil comprensión en el lugar de trabajo. Es por ello que nace la etiqueta de seguridad referenciada en la National Fire Protection Association NFPA 70E, referenciada en el RETIE

como de obligatorio cumplimiento en el capítulo 13. Esta etiqueta no solo informa la distancia de aproximación si no también los elementos de protección personal necesarios para desempeñar la labor eléctrica. La etiqueta consiste en un aviso de advertencia e información de distancia, elementos de protección personal y la energía incidente que se lograría presentar en el tablero en caso de un arco eléctrico.

La seguridad en la inspección obliga al personal a contar con trajes u overoles resistentes a la llama que son parte del conjunto de elementos de protección adecuados para realizar la inspección. De esta manera el riesgo de accidentes durante la inspección disminuye sustancialmente.

La inspección eléctrica debe ser un ejemplo de seguridad y se espera que sea adoptado por los ingenieros, técnicos, tecnólogos y constructores para que el proceso de lograr instalaciones eléctricas seguras sea de un mayor nivel constantemente, donde la interacción de las normas técnicas, el reglamento y las actitudes seguras enfoque un progreso en el conocimiento y cuide el bienestar del ciudadano.

Diego Fernando Muñoz.  
Ing Electricista UNAL



## Soluciones Residenciales

Asegúrese que su próximo proyecto sea fácil de instalar y libre de riesgos.

[schneider-electric.com.co](http://schneider-electric.com.co)

Life Is On | **Schneider**  
Electric

**Nuestro territorio:**  
El espacio de vida donde usted vive y trabaja

Tomacorrientes e Interruptores

Breakers

Canaletas

**Nuevas**  
Canaletas Curvas

Dry-flex

• FENALTEC •

# METODOLOGÍAS DIDÁCTICAS QUE FACILITAN EL APREDIZAJE TÉCNICO EN EL SECTOR ELÉCTRICO

**PALABRAS CLAVE:** Seguridad y Salud en el Trabajo, Riesgo Eléctrico, Seguridad Eléctrica, aprendizaje didáctico.

## INTRODUCCIÓN

La Seguridad y la Salud en el Trabajo se ha convertido en uno de los pilares para las empresas del sector eléctrico, tanto para aquellas que hacen parte de la cadena (Generación, Distribución, Transmisión y Comercialización) como para las que prestan sus servicios a esta cadena (Contratistas); es de vital importancia contar con las condiciones primordiales para garantizar el bienestar de sus trabajadores.

No obstante, existe un gran reto cuando hablamos de como capacitar tanto al personal de planta como al contratista, en temas tan álgidos como la seguridad y el riesgo eléctrico, debido a que el personal con que cuenta una empresa es muy diverso, y sus niveles de educación pueden distar unos de otros.

Ante la necesidad de capacitación, y teniendo en cuenta las brechas educacionales que puedan existir, se recomienda utilizar metodologías didácticas que facilitan el aprendizaje de los trabajadores a todo nivel.

## ESTADO DEL ARTE

Puntualizar el concepto de material didáctico es una tarea que resulta difícil, ya que existen varias definiciones al respecto, algunos expertos en las comunicaciones consideran que los medios o materiales didácticos son elementos curriculares que por sus sistemas simbólicos y estrategias de utilización, propician el desarrollo de habilidades cognitivas en los sujetos, facilitando y estimulando la captación y comprensión de la información.

Partiendo de esta definición, se puede concluir que un material didáctico es el conjunto de medios que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este material puede ser tanto físico como virtual; debe despertar el interés y captar la atención de los individuos a capacitar; fomentar la enseñanza a través de la motivación, retención y comprensión, y facilitar el proceso de enseñanza con adecuados contenidos basados en experiencias simuladas cercanas a la realidad, utilizando siempre un lenguaje sencillo y consistente.

## ¿Qué hace que los Materiales Didácticos sean tan Importantes?



## ¿Cómo Elegir el Material Didáctico que Sirva de Apoyo en el Proceso de Capacitación?

Se debe tener en cuenta que los materiales didácticos no solamente sirven para transmitir información sino también funcionan para facilitar la adquisición de nuevos conocimientos y apoyar la evaluación y reforzamiento del aprendizaje.

**Motivación:** Los materiales didácticos contribuyen a generar en el personal técnico expectativas sobre lo que van a aprender y los impulsa a trabajar por el logro de los objetivos. Estos materiales coadyuvan a desarrollar los temas en forma atractiva, interesante y comprensible.

**Facilitan la adquisición de nuevos conocimientos:** Los materiales didácticos participan en la representación de información, posibilitan diversas actividades y experiencias, inducen a la exteriorización de lo aprendido en conductas observables; apoyan los procesos internos de atención, percepción, memorización, transferencia de aprendizaje y otros.

**Apoyan la evaluación y el reforzamiento del aprendizaje:** El apoyo a la evaluación se puede hacer mediante prácticas o ejercicios corregidos, pruebas de autoevaluación y otros procedimientos similares, esto permite que cada individuo compruebe progresivamente sus aciertos y errores.

## IMPACTO QUE TIENE EL MATERIAL DIDÁCTICO CON EL USO DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN

La utilización de distintos medios de enseñanza permite el aprendizaje a diferentes niveles. Las herramientas tecnológicas pueden emplearse como objeto de aprendizaje, como medio para aprender o como apoyo al aprendizaje.

Cabe mencionar que la incorporación de las herramientas de tecnologías de la información y comunicación permite nuevas formas de acceder, generar y transmitir información y conocimiento; teniendo como beneficio el poder flexibilizar no solo el tiempo, sino el espacio en el que se desarrolla la acción educativa.

## FORMACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO

La demanda de energía eléctrica en Colombia ha crecido considerablemente y por ende la demanda de personal excelentemente capacitado, que responda a las necesidades del sector, por tal motivo, es imperativo que todos los profesionales (técnicos, tecnólogos e ingenieros) sean profesionales competentes e integrales -Persona competente: Es la persona natural (técnico, tecnólogo o ingeniero formado en el campo de la electrotecnia), que además de cumplir los requisitos de persona calificada cuenta con matrícula profesional vigente, que según la normatividad legal está autorizado y acreditado para el ejercicio de la profesión, y que ha adquirido los conocimientos y las habilidades en este campo-

Dadas las diferentes especialidades que posee el campo de la electrotecnia, por las actividades propias de cada uno de los procesos del sector, surge la necesidad de generar espacios de formación y entrenamiento adicionales a los convencionales, y a su vez se requiere desarrollar metodologías de enseñanza más eficientes y eficaces, que permitan capacitar a los trabajadores cerrando las brechas generacionales y de nivel académico.

Se deben utilizar guías prácticas, básicas y didácticas, en temas como riesgo eléctrico, sus principales factores, así como las medidas de protección tendientes a minimizarlo, basadas en normativas como el RETIE del Ministerio de Minas y Energía, y la Resolución 1348 de 2009 del Ministerio del Trabajo, las dos resoluciones marco que aplican para Colombia y el sector.

Igualmente, se deben crear herramientas que sirvan referencia conceptual para todos aquellos profesionales de la electrotecnia, así como, para profesionales en seguridad y salud en el trabajo que prestan servicios al sector de energía eléctrica y bienes conexos, en lo relacionado con la señalización, la simbología y la terminología propia de la seguridad eléctrica, empleando marcos normativos, de uso nacional como el RETIE y de uso internacional como la NFPA 70E.



En el caso del riesgo eléctrico, esta formación no solo concierne a los trabajadores que realizan operaciones en las instalaciones eléctricas, sino a todos aquellos trabajadores que, por su cercanía física a instalaciones, puedan estar expuestos a los riesgos que genera la electricidad. Para establecer la formación adecuada a cada destinatario, se recomienda realizar un estudio de necesidades. Como por ejemplo, se podría hacer una distinción entre tres figuras distintas de trabajadores:

a. Trabajadores usuarios de equipos y/o instalaciones eléctricas: la formación e información debe ser de nivel básico.

b. Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión: además de la formación e información de tipo general indicadas en el apartado anterior, ajustadas a las características del trabajo concreto que desarrollen, los trabajadores deben ser formados sobre las medidas de prevención que se deben adoptar.

c. Trabajadores cuyas funciones sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas: en este caso la formación, además de la señalada en los dos apartados anteriores, deberá ser mucho más amplia y, a la vez, muy específica para cada tipo de trabajo que deba realizar.



## CONCLUSIÓN

a) Se ha identificado una serie de necesidades propias del sector, tales como: 1. Contar con un material de introducción para las capacitaciones, que llame la atención de los trabajadores y que facilite la socialización de tema técnico.

## 2. Tener un material

b) didáctico que explique maniobras complejas que se ejecutan en el sector eléctrico, y que implican instrucciones precisas y, 3. Generar un alto grado de sensibilización en los trabajadores con el fin de minimizar la accidentalidad.

b) Los cursos virtuales interactivos son una excelente herramienta en la cual se integran las nuevas tecnologías, la capacitación didáctica e interactiva, y la masificación del conocimiento.

c) El uso de material didáctico facilita la enseñanza y se constituye en gran instrumento en el proceso de aprendizaje, pues permite una mayor interacción entre los participantes, es decir, entre quien imparte la capacitación y quien la recibe. Se destaca el trabajo colectivo y la reflexión conjunta.

d) La utilización de este tipo de metodología, valiéndonos de las herramientas tecnológicas de uso común (computadoras, celulares, etc.), permite no solo limitarse a recibir información, sino a hacerse partícipes y responsables de la construcción de los conocimientos, marcando su propio ritmo de aprendizaje.

e) Con el uso de los distintos materiales didácticos a través de las TIC's se puede brindar una educación de calidad a un

mayor número de personal. No obstante, la empresa o entidad que tome este camino debe estar preparada para ofrecer esta tipo de capacitación, con un equipo físico, técnico y tecnológico, capaz de afrontar los retos de la nueva era.

a) En la actualidad a nivel mundial se está empleando este tipo de metodología, y Colombia no debe estar ajena a estos desarrollos, que han sido pensados y diseñados con el fin de cerrar las brechas de formación, entrenamiento y capacitación que existen en el sector eléctrico. El éxito radica en: 1) Que se puede enmarcar en la normatividad nacional e internacional vigente; 2) Que está diseñada para ser



inclusivo con los tres niveles profesionales que posee el sector eléctrico colombiano; 3) Que está pensada para personas de todas edades; y 4) Que emplea herramientas didácticas y novedosas para la enseñanza.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cabero, J. (2001). Tecnología Educativa, Diseño y Utilización de medios en la enseñanza. España: Paidós Ibérica, S.A.

- Gallardo, L. M., & Buleje, J. C. (2010). Importancia de las TIC's en la Educación Básica Regular. Investigación Educativa vol. 14, 209-224.

- García, P. L., & Laclea, M. L.-E. (2007). MOODLE: difusión y funcionalidades. Obtenido de [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/Admon\\_aprendizaje/Unidad%204/Lect7 Moodle-Difusión y funcionalidades.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Gen02/Admon_aprendizaje/Unidad%204/Lect7 Moodle-Difusión y funcionalidades.pdf)

- MUÑOZ, P. A. (2012). Elaboración de material didáctico. Obtenido de [http://www.aliatuniversidades.com.mx/bibliotecasdigitales/pdf/Derecho\\_y\\_ciencias\\_sociales/Elaboración\\_material\\_didáctico.pdf](http://www.aliatuniversidades.com.mx/bibliotecasdigitales/pdf/Derecho_y_ciencias_sociales/Elaboración_material_didáctico.pdf)

- Rodríguez, I. M. (agosto de 2007). Herramientas para la producción de materiales didácticos para las modalidades de enseñanza semipresencial y a distancia. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352007000800008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000800008)

- Guía Técnica para la evaluación y prevención del Riesgo Eléctrico. Aplicación del Real Decreto 614/2001

PAOLA ANDREA MORALES MORALES. Magister en Negocios y Relaciones Internacionales, Profesional en Estudios Políticos, Ingeniero electricista, Miembro de la Comisión de Seguridad y Salud en el Trabajo del Sector Eléctrico, Autora de los siguientes documentos: Cartilla Lúdica de Riesgo Eléctrico, finalista en el marco del International Media Festival of Prevention. XXI Congreso Mundial de la Seguridad y Salud en el trabajo. Singapur y del Diccionario de Seguridad Eléctrica. Autora y desarrolladora de videos técnicos animados y Cursos virtuales, tales como: a) Video de Riesgo Eléctrico, b) Las cinco reglas de oro para trabajos sin tensión, c) Manejo del dispositivo para la extinción del arco eléctrico, d) Trabajo en alturas, e) Instructivo para atención de tormentas eléctricas en instalaciones petroleras, entre otros y desarrolladora de cursos virtuales técnicos como curso de la 5 reglas de oro en diferentes escenarios operativos (ENEL- CODENSA).

Simon|25  
Plus

Simon|27  
Play

Simon|82

Nature|82  
Simon



Una generación  
DE COLOR



Un toque de  
ELEGANCIA  
que se adapta a tu  
ESTILO



ESTILO  
Versatilidad



El reencuentro  
de la BELLEZA  
en ESTADO PURO

www.simonelectric.com | /simonelectricsLAT



## ¿CÓMO SELECCIONAR LOS TOMACORRIENTES E INTERRUPTORES ADECUADOS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y LA ESTÉTICA EN LAS OBRAS?

Las instalaciones eléctricas hacen parte de la rutina diaria y proveen una gran cantidad de beneficios a las personas y a las instituciones, sin embargo también pueden causar daños considerables si no existe una correcta selección e instalación de los mismos. ¿Por qué es importante instalar aparatos confiables a mis clientes?

La instalación de aparatos eléctricos de calidad, certificados y que cumplan con las características técnicas requeridas por área, garantizan la seguridad y el confort de los usuarios finales, evitando accidentes y preservando los espacios.

¿Cómo seleccionar los acabados eléctricos como los tomacorrientes e interruptores?

Para conocer qué tipo de mecanismos debo utilizar en mis obras es importante el conocimiento de la norma RETIE así como conocer la necesidad de acuerdo al uso en cada uno de los espacios conservando la estética.

¿Qué normas y requisitos deben cumplir los interruptores y tomacorrientes?

Para efectos del RETIE, las clavijas y tomacorrientes deben cumplir los requisitos adaptados de las normas IEC 60695-2-11, IEC-60884-1, IEC 60309-1/2, UL 498, UL 943 o NTC 1650 y para interruptores la NTC 1337, IEC.60669-1, IEC 60947-5 y UL 20.

Los profesionales en el área están en la capacidad y obligación de minimizar los riesgos de incendios y cortos eléctricos mediante su conocimiento de los accesorios y aparatos que eligen a la hora de ejecutar las obras.

# MEDICION DE TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

## 1 OBJETIVO

Las tensiones de paso y de contacto calculadas deben comprobarse antes de la puesta en servicio de subestaciones de alta tensión y extra alta tensión, así como las estructuras de transmisión localizadas en zonas urbanas o que estén a menos de 20 m de escuelas o viviendas, para verificar que se encuentren dentro de los límites admitidos.

## 2 METODOLOGIA UTILIZADA

En la medición deben seguirse los siguientes criterios adoptados de la IEEE-81.2 o los de una norma técnica que le aplique, tal como la IEC 61936-1.

## 3 PROCEDIMIENTO

Las mediciones se harán preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra. Se emplearan fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular la falla, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes espurias o parasitas circulantes por el terreno.

## 4 METODOLOGIA

La metodología está basada en la aplicación de corriente primaria a la frecuencia industrial de servicio (60Hz u otra diferente) entre un punto de tierra remota y la malla de la subestación.

La corriente aplicada eleva el potencial de la malla y permite realizar mediciones de potenciales de paso y contacto en la subestación y en la periferia, sitios donde estarán expuestas las personas en las subestaciones a riesgos de electrocución por estos potenciales.

Los valores de tensión obtenidos se extrapolan con base en el nivel de cortocircuito de la subestación y de esta manera se obtienen los valores reales de tensiones de paso y contacto del SPT construido.

Estos valores obtenidos se comparan contra las tensiones máximas admitidas por el RETIE y se determina si el SPT es seguro.

El principio de inversión de polaridad se aplica para reducir el error que se presenta por los potenciales asociados a corrientes circulantes por la malla.

## 5 EQUIPOS DE PRUEBAS

Los equipos de prueba se alimentan directamente de la red. Deben estar contruidos con transformadores de dos devanados para aislar las corrientes de prueba de la referencia de la malla de tierra local y realizar la inversión de polaridad de la corriente aplicada.

Los equipos deben aplicar suficiente tensión para permitir la circulación mínima de corriente requerida. Se debe tener en cuenta que la resistencia total del bucle de corriente corresponde a la sumatoria de la resistencia de puesta a tierra de la malla y del arreglo de electrodos de prueba.

Si la tensión máxima de salida es baja, se requiere instalar un arreglo de electrodos de prueba bastante robusto.

Tensiones típicas de los equipos de pruebas son 400 – 600 V para mediciones de mallas de subestaciones de media tensión, donde se requiere un mínimo de 5A de corriente de prueba y 600 – 1000 V para mediciones en alta y extra alta tensión, donde se requiere un mínimo de 50A.

### 5.1 Electrodo de Prueba

Se debe instalar un arreglo de electrodos de prueba a una distancia superior a 6.5 veces el diámetro de la malla de tierra a probar. Esta distancia representa desde 30 hasta 100 metros de separación con la malla

de manera segura después de finalizada la prueba.

de tierra de la subestación asociada en sistemas de media tensión y hasta 2000 metros o mas en subestaciones de alta y extra alta tensión.

El electrodo de prueba debe tener una baja resistencia de puesta a tierra con el propósito de no limitar la corriente de inyección del equipo. Para reducir la resistencia del electrodo de prueba, el terreno puede ser humedecido previamente con agua y sales.

Se puede requerir la instalación de varios electrodos de prueba interconectados. Los electrodos de prueba se pueden construir con varillas de acero de construcción, teniendo la precaución de retirarlas o enterrarlas El retiro de los electrodos de prueba puede ser difícil dependiendo del tipo de suelo.

### 5.2 Medición de Tensiones de Paso

En el terreno donde se realizan las tensiones de paso, se colocan pesas de 25 kg separadas una distancia de 1 metro. Esta medición se debe realizar en diferentes puntos cercanos a la periferia de la malla de tierra y cerca de cerramiento de la subestación.

Se sigue el siguiente procedimiento:

1. Instalación de una resistencia de 1000 Ohm entre las dos pesas como se muestra en la Figura No 1.
2. Se aplica la corriente mínima de prueba en el primer sentido de polaridad-P1, entre el electrodo de prueba y la malla de tierra.
3. Se registra el valor de tensión entre las pesas. Este registro se denominará V1
4. Se suspende la aplicación de corriente y se registra nuevamente la tensión entre las pesas. Este registro se denominará V0

5. Se invierte la polaridad de la tensión de salida – P2 y se registra el valor de tensión nuevamente. Este registro se denominará V2

6. Se continúa con los puntos de prueba siguientes siguiendo el mismo procedimiento. No es necesario ajustar nuevamente la corriente de prueba. El equipo conserva el nivel de tensión aplicado.

En cualquier momento de la prueba se puede aumentar o reducir la tensión de salida y por lo tanto corregir, si es necesario, el valor de salida de la corriente aplicada.

### 5.3 Medición de tensiones de CONTACTO

Las mediciones de tensiones de contacto se realizan entre el suelo y todas las superficies metálicas de la subestación y la malla de cerramiento perimetral.

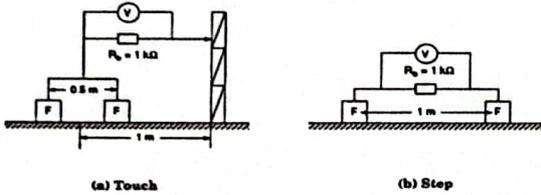
Se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se coloca una pesa de 25 kg a un metro de distancia de la superficie metálica donde va a medir la tensión de contacto.

2. Se instala una resistencia de 1000 W entre la superficie metálica y el electrodo pesa de prueba como se muestra en la Figura No 1.

3. Se aplica la corriente de prueba de prueba con las dos polaridades y sin aplicación de corriente, como se indicó en el anterior procedimiento.

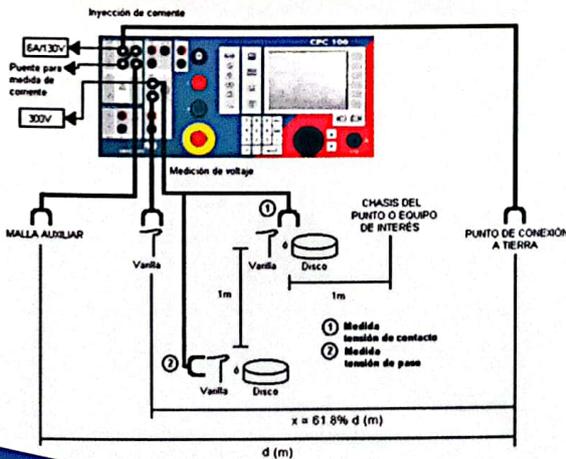
4. Se continúa con los puntos de prueba siguientes siguiendo el mismo procedimiento.



F= FOOTPRINT ELECTRODE WITH 20 kg WEIGHT

FP: "Footprint Electrode" Electrodo Pesa que simula el pie de una persona  
Tomado de la IEEE Std 81.2 – 1991

## MEDIDA DE TENSIONES DE CONTACTO Y DE PASO MÉTODO 1



Características de la temporada: Lluviosa Seca Indique en un círculo:

Tipo de terreno: Barro, tierra, cascajo, zona verde, arena, roca, relleno, otros: \_\_\_\_\_

Objetos cercanos enterrados: Mallas de tierra, tuberías contra incendio, tuberías de gas, oleoductos, protección catódica, aceros de refuerzo de fundaciones,

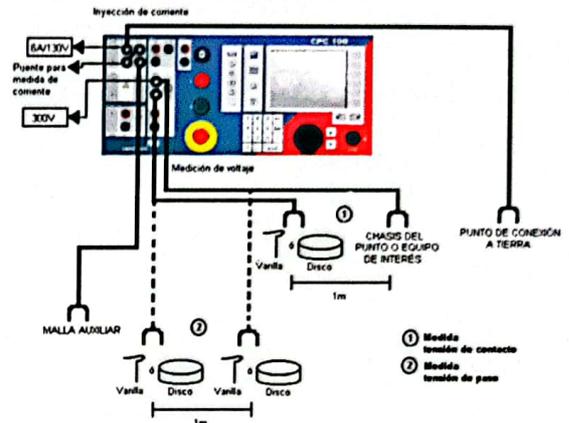
otros: \_\_\_\_\_

## RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

§ Planos de disposición física de las mallas

§ Nivel de cortocircuito de la S/E principal

### MÉTODO 2

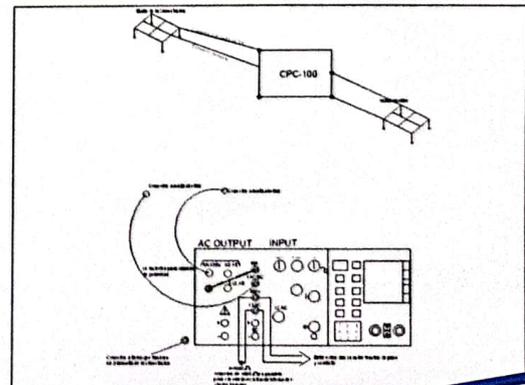


En caso de utilizar el electrodo plano (disco) es necesario realizarle una fuerza de 250 N, equivalente a 25 kilos de peso. Adicionalmente cubrir con una solución salina el lugar donde se colocará el electrodo plano (disco).

\*\* Se debe calcular en el sitio la corriente máxima a inyectar como se indica a continuación de tal manera que:

- No se superen 10 V en la malla de tierra a medir  
- No se superen 600 V en la malla de tierra auxiliar, toda vez que el aislamiento del cable es de 600 V. De esta manera se elegirá mínima corriente entre:

$$I_{max} = \frac{10}{R_{PT}} \quad \text{ó} \quad I_{max} = \frac{600}{R_{AUX}}$$



Diego Fernando Muñoz.  
Ing Electricista UNAL

FENALTEC

## EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CIUDAD: RETOS Y EXPERIENCIAS EXITOSAS



La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Ser eficientes con el uso de la energía significa “hacer más con menos o al menos con lo mismo”, es aprovechar en forma más completa y funcional la energía sin disminuir la calidad de vida de los usuarios finales.

Casi el 65% de la electricidad que se produce en el mundo es generada a partir de combustibles fósiles. En Colombia, el sector eléctrico, dominado principalmente por generación de energía hidráulica (65% de la producción) y generación térmica de gas y carbón (35%), enfrenta una serie de desafíos toda vez que el consumo de energía va de la mano con el crecimiento económico, ejerciendo presión para que se aumenten las capacidades de generación, transmisión y distribución, con el fin de asegurar continuidad en la disponibilidad de energía. Esta situación conduce a implementar políticas para la eficiencia energética y pese a que Colombia cuenta con lineamientos al respecto, hoy no se materializan estrategias para su desarrollo.

Para abordar la eficiencia energética se requiere hacer cambios de carácter normativo y reenfocar la forma como los usuarios finales y sus redes gestionan el uso de la energía. Es preciso adoptar modelos de distribución cuyos ejes fundamentales sean las energías renovables y las tecnologías de ahorro y eficiencia. Estos conceptos requieren un nuevo sistema de distribución que responda con mayor precisión y flexibilidad a los cambios de la gestión de la demanda de energía y un cambio en el concepto de la red unidireccional, es decir, lograr que las redes sean “más inteligentes”.

Muchos son los beneficios tangibles de la implementación de proyectos de eficiencia, entre los cuales se destaca la contribución a la seguridad energética y alivio de precios;

mejora de la competitividad de la economía; introducción de nuevas tecnologías; creación de nuevos empleos; reducción de las facturas de energía de los usuarios finales y de los subsidios del gobierno a la energía; reducción de los costos de generación mediante la reducción de la carga de punta y la inversión diferida en generación de energía y reducción de las emisiones de GEI.

Entre muchos estudios y propuestas, la Corporación Andina de Fomento propone que la Eficiencia Energética en las ciudades puede ser impulsada por:

1. Imposición de normas restrictivas o incentivos
2. Mejora en la movilidad urbana
3. Etiquetado de los equipos electrodomésticos
4. Modernización de edificios viejos
5. Modernización de equipos e instalaciones de alumbrado público y saneamiento
6. Tratamiento de residuos sólidos

Por otra parte, el Banco Interamericano de Desarrollo insta a que las ciudades de la región consideren las siguientes estrategias para adoptarlas en un plan de eficiencia energética:

1. Proporcionar incentivos para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en hogares de bajos ingresos. En América Latina y el Caribe, el 40% de la población se encuentra por debajo del umbral de la pobreza. Por ello, es importante que los países ofrezcan programas para promover la eficiencia energética para los residentes de bajos ingresos.

2. Instalar alumbrado público eficiente. En muchas ciudades de América Latina, el alumbrado público representa un porcentaje importante del consumo total de energía.

3. Promover medidas de eficiencia energética para los edificios públicos, hoteles y otros negocios. Los costos de energía pueden representar el 10-15% del presupuesto de los edificios públicos y los hoteles, lo cual se traduce en una cantidad significativa de energía desperdiciada en el ámbito nacional. La instalación de tecnología de eficiencia energética y otras tecnologías de energía renovable puede reducir drásticamente estos costos.

Estas tres estrategias han probado ser exitosas en promover la eficiencia energética y son ejemplos de cómo las ciudades pueden avanzar hacia las metas para duplicar la eficiencia energética de nuestros países.

Fuente

<http://www.grupoenergidebogota.com/eeb/index.php/empresa/eeb-y-bogota>

# CONDUMEX M.R.

EXCELENCIA • INNOVACIÓN • GARANTÍA • CALIDAD



## CABLECOL

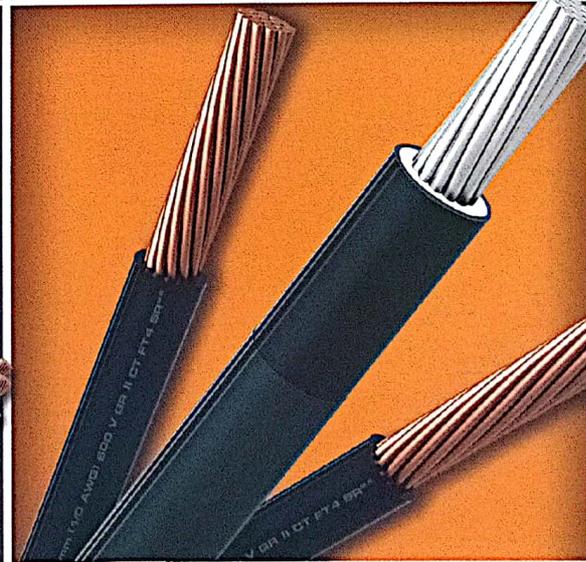
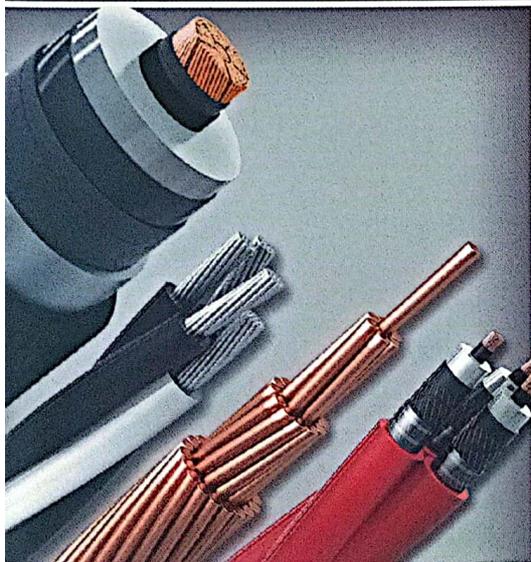
CONDUCTIVIDAD HUMANA

**Distribuidor Autorizado**

• **Energía**

• **Construcción**

• **Magneto**



APP Cablecol Disponible en:



[WWW.CABLECOL.COM](http://WWW.CABLECOL.COM)

[condumex.com](http://condumex.com)

Powered by

CS CamScanner

# PROTOTIPO PORTABLE DE BAJO COSTO PARA EL APOYO A TERAPIAS DE BIO- REALIMENTACIÓN EN TRASTORNOS PSICOFISIOLÓGICOS

Jose A. Salazar-Castro Diego H. Peluffo-Ordóñez

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Manizales, Colombia Universidad de Narifño Pasto, Colombia

Universidad Técnica del Norte Ibarra, Ecuador  
[alejo26st@udenar.edu.co](mailto:alejo26st@udenar.edu.co)  
[dhpeluffo@utn.edu.ec](mailto:dhpeluffo@utn.edu.ec)

Sergio Cano Ángela Ruano

E. J. Revelo-Fuelagán

Universidad de Narifño Pasto, Colombia

[sergiocano@udenar.edu.co](mailto:sergiocano@udenar.edu.co)  
[angelarg@udenar.edu.co](mailto:angelarg@udenar.edu.co)

[javierelof@udenar.edu.co](mailto:javierelof@udenar.edu.co)

Juan F. Salazar-Castro Hugo Campaña

Carlos R. Ramírez-Saavedra

Universidad de Narifño Institución Universitaria CESMAG,

FENALTEC

Pasto, Colombia  
[albertocampaa@hotmail.com](mailto:albertocampaa@hotmail.com)  
[cramirezastenaar@conte.org.co](mailto:cramirezastenaar@conte.org.co)  
[juanfe\\_castro@udenar.edu.co](mailto:juanfe_castro@udenar.edu.co)

**Resumen**—Este trabajo presenta el proceso de diseño e implementación de un dispositivo electrónico de bajo costo y portable, basado en la estimación de la actividad mecánica del corazón mediante técnicas pletismográficas. El dispositivo propuesto está compuesto por cuatro etapas comprendidas entre la adquisición de la señal mediante fotopletismografía, su adecuación mediante filtros analógicos, el procesamiento de la señal y estimación del ritmo cardíaco mediante un algoritmo implementado en una tarjeta arduino y la interfaz hombre- dispositivo con la que se realiza un proceso de realimentación visual y auditiva. Las pruebas y los resultados experimentales muestran la aplicabilidad del dispositivo manteniendo su bajo costo y portabilidad.

**Palabras Clave**—Adecuación; adquisición; bajo costo; biofeedback; dispositivo portable de apoyo; filtros analógicos; fotopletismografía; procesamiento digital; ritmo cardíaco; tratamiento trastornos psicofisiológicos.

## INTRODUCCIÓN

Los trastornos mentales y de conducta se pueden encontrar en todas las sociedades y regiones, no son exclusivos de un grupo concreto, sino que pueden afectar a cualquier persona. De acuerdo con estimaciones dadas en el Informe de Salud Mundial de la OMS en el año 2001, alrededor de 450 millones de personas padecen de trastornos, y se dice que una de cada cuatro personas desarrollara uno o más trastornos mentales o de conducta a lo largo de su vida. Una quinta parte de los adolescentes menores de 18 años padecerá de algún problema de desarrollo, emocional o de conducta, y en niños en desventaja, la proporción es uno de cada cinco. Otro de los informes presentados por el departamento de salud mental y abuso de sustancias de la organización mundial de la salud (OMS), expresa que el concepto de la salud pública es “el proceso de la movilización de recursos locales, estatales, nacionales e

internacionales para resolver problemas importantes de salud que afectan a las comunidades”, sin embargo, en muchas ocasiones la ausencia de ese flujo de recursos se traduce en los costos elevados de las tecnologías. Para reducir la carga a la salud, así como la carga social y económica que producen los trastornos psicofisiológicos, es esencial que los países presten mayor atención a la prevención y que promuevan políticas de salud eficaces, conllevando a formular leyes dirigidas a lograr una mayor asignación de recursos e inversión en procesos de investigación. Dicho esto, el desarrollo de sistemas para tratamiento de patologías o trastornos psicológicos se constituye en una solución a estas problemáticas, que no son atendidos por problemas económicos, esto dado que la obtención de estas tecnologías requiere recursos elevados. Entre los trastornos psicofisiológicos, encontramos el estrés y la ansiedad, que son los causantes de muchas patologías y afecciones psicológicas, es por esto que se ha optado por realizar un trabajo investigativo con una solución innovadora respecto a tecnologías existentes por el hecho de ser de bajo costo, mediante métodos no invasivos y con hardware y software libre. Una propuesta innovadora, portable y de bajo costo, permite a comunidades de bajo nivel socioeconómico acceder de manera más adecuada a terapias con biofeedback supliendo así las necesidades que tienen y que no pueden ser solventadas por otras tecnologías debido a su costo. En las terapias de biofeedback, el paciente trabaja activamente para restaurar su salud a través de la percepción visual y/o auditiva de información en tiempo real del comportamiento de algunas de sus funciones fisiológicas en estado consciente, las cuales están bajo el control del sistema nervioso autónomo que normalmente no son monitoreadas de forma continua. Los tratamientos de este tipo 'entrenan' a los pacientes - asesorados por especialistas en el área- para que en alguna circunstancia pueda controlar sus condiciones fisiológicas, es decir se entrena al paciente para que no reincida con frecuencia en el problema de salud que lo acongoje, por tal motivo, esta investigación proporciona un resultado comparable con otras tecnologías desarrolladas con la ventaja de que presenta un bajo costo. La prevención de trastornos psicológicos se ha convertido en una prioridad de salud pública, por tal motivo, investigadores y científicos han estudiado formas de desarrollo en los tratamientos existentes que aporten mayor efectividad en las condiciones de trabajo con mejores resultados. A pesar de que las tecnologías actuales provén dichas características, muchas de las técnicas de

tratamiento de patologías contienen procedimientos médicos invasivos que de una forma indirecta afectan al paciente con secuelas no deseadas, en consecuencia, se hace necesario establecer metodologías no invasivas, resultando propuestas innovadoras para efectuar dichos tratamientos. La aplicación de métodos electrónicos al análisis de señales fisiológicas como el procesamiento de señales y la instrumentación, permite el desarrollo de herramientas que apoyen al diagnóstico psicológico, con el fin de que sean aplicables al mejoramiento de los tratamientos y la eficacia de los resultados finales en los pacientes. La incursión de estos sistemas automatizados basados en procesamiento digital de señales genera productos con alto impacto económico, por lo que se obtienen sistemas que pueden ser competitivos en mercados nacionales como internacionales.

En ocasiones, el uso de ciertas técnicas para la detección de parámetros que permitan determinar el estado de salud de un paciente por medio de una variable fisiológica produce resultados imprecisos y en varios casos conlleva a patologizaciones erróneas. Algunos procedimientos médicos necesitan de herramientas que provean resultados confiables, en el caso del tratamiento de trastornos psicológicos es importante contar con dispositivos que faciliten la monitorización, seguimiento y tratamiento de pacientes con la finalidad de disminuir los efectos de dichos trastornos, que en algunos casos ha conllevado a la muerte. Para el desarrollo de dispositivos biomédicos es importante contar con sensores que permitan censar una variable fisiológica para que en torno a esta se puede lograr un concepto médico.

En este trabajo se propone un dispositivo que permite monitorizar una variable fisiológica de pacientes para el apoyo en tratamientos psicofisiológicos, dicho dispositivo cuenta con un análisis exhaustivo de desarrollo, un dimensionamiento de componentes necesarios con pruebas de funcionamiento y calibración que garantizan la confiabilidad de los resultados. Uno de los factores más importantes del dispositivo propuesto es el diseño de un sensor ergonómico para el censado de la variable fisiológica determinada mediante la comparación de señales idóneas para dicha estimación. Por otra parte, el dimensionamiento del dispositivo y de los componentes a utilizar permite obtener un tamaño adecuado que garantice la portabilidad del dispositivo y la reducción de los costos de implementación.

La organización de este documento es: En la sección 2 se aborda los materiales y métodos, aquí se describe como se adquiere la señal, los cálculos y el diseño de los filtros analógicos, el procesamiento digital de la señal y como se realiza la realimentación mediante la interfaz hombre-dispositivo. En la sección 3 se presenta los resultados experimentales del prototipo implementado. Por último, en la sección 4 se realizan algunas conclusiones e ideas para un trabajo futuro.

### **DISEÑO DEL DISPOSITIVO**

Las señales más idóneas para analizar y procesar son las de signos vitales ya que son las más frecuentemente determinadas para tratamientos, para urgencias y hasta una consulta médica de control. Dentro de los signos vitales encontramos el pulso cardíaco ligado directamente a la frecuencia cardíaca dada por los latidos mecánicos del corazón, también está la frecuencia respiratoria que no es más que el número de veces que una persona respira por minuto, y finalmente tenemos la tensión arterial relacionada a la presión que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias. Según lo anterior, la relevancia que tienen los signos vitales en las aplicaciones médicas es muy significativa, por lo cual el sensor contara con una etapa de adquisición de la señal cardíaca ya que esta se puede adquirir fácilmente mediante una técnica fotoplethismografía. Actualmente, en el mercado existen herramientas como los pulsioxímetros cuyos valores van desde los 25 dólares hasta los 150 dólares, estas herramientas presentan como única utilidad la presentación visual del ritmo cardíaco sin ningún otro tipo de prestación. También existen herramientas que son enfocadas a tratamientos de biofeedback y cuyos precios son de alrededor de 800 dólares hasta los 3000 dólares dependiendo si permiten aplicar a más de un trastorno como el estrés, la depresión, la ansiedad, entre otros. Como se dijo en antes, se ha propuesto el desarrollo de un dispositivo que permita apoyar terapias psicofisiológicas y que tenga por características la portabilidad y el bajo costo de implementación. El sistema debe estar compuesto por tres etapas comprendidas entre una etapa de censado que radica en el desarrollo de sensores ergonómicos para la adquisición de una señal cardíaca, una segunda etapa de adecuación de la señal basada en amplificadores operaciones y elementos pasivos con la finalidad de generar una señal apta para el procesamiento digital, y una tercera etapa de procesamiento que permitirá analizar la señal adquirida, procesarla y que finalmente, mediante una interfaz visual y auditiva permita al usuario o especialista conocer el estado actual del paciente para poder emitir un tratamiento pertinente que se ajuste a sus necesidades.

### A. Etapa de Adquisición de la Señal

El fundamento principal para esta etapa parte de la fotopletismografía, que es una técnica pletismográfica que permite la detección del flujo de sangre cutáneo y que mediante sensores permite obtener las pulsaciones del corazón representadas en variaciones de una señal eléctrica. Para tal fin, es necesario emitir un haz de luz infrarroja (IR) a partir de un elemento emisor y tener un foto receptor quien recibe dicho haz de luz (puede ser mediante reflexión o refracción) para producir una variación de corriente, que debido a la excitación producida por la luz absorbida se traduce en una señal eléctrica característica de la pletismografía, esto permite obtener medidas cualitativas de flujo sanguíneo cutáneo asociado a los movimientos mecánicos del corazón. Los trastornos de estrés y ansiedad producen respuestas como variaciones ante estímulos externos, por tal motivo las señales fisiológicas sufrirán variaciones o alteraciones y esto permitirá determinar el estado del paciente en relación a estos trastornos. Con lo dicho anteriormente, se procede a diseñar los sensores que permitan la adquisición de esta variación de la actividad mecánica del corazón y convertirla o translucirla a una señal eléctrica para adecuación y procesamiento.

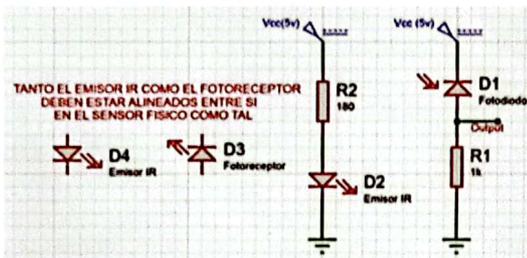


Fig. 1. Esquema circuital del sensor a implementar

En la figura 1 se presenta el esquema circuital propuesto para el sensor, compuesto por un diodo emisor de luz infrarroja y un fotoreceptor que deben estar alineados en línea de vista ya que para este trabajo se utiliza la detección de luz mediante refracción. Como fotoreceptor se puede utilizar diferentes componentes sensibles a las variaciones de luz como una fotocelda, un fotodiodo o un fototransistor. Se determinó utilizar un fotodiodo ya que este dispositivo responde con mayor rapidez que la LDR ante transiciones de luz a oscuridad y presenta menor costo que un fototransistor a pesar de no hacerlo tan rápido como este, pero si lo hace de forma comparable y dado el bajo costo que se busca en el dispositivo, este es el que mejor relación costo-beneficio presenta. Para determinar el valor de la resistencia R2 se utiliza la ecuación 1 partiendo de la idea que el sistema funciona con una alimentación de 5 voltios.

$$R2 = \frac{Vf - Vl}{Imax}, \quad (1)$$

Primero se determina el voltaje de operación del led emisor, que se puede encontrar en la hoja de características, al igual que la corriente máxima que este soporta para una máxima radiación. Para nuestro caso el voltaje de operación del led seleccionado es de 1.36 V y la corriente máxima que este soporta es de 20 mA por lo que la resistencia para su polarización es de 182 . Finalmente, para la calibración del fotodiodo, se utiliza un potenciómetro de 100 k y se da una variación del valor de la resistencia hasta lograr observar una onda similar a la pletismográfica estando el haz de luz incidendo sobre el dedo.



a) Sensor a base de cepillo de silicona



b) Sensor a base de gancho de ropa



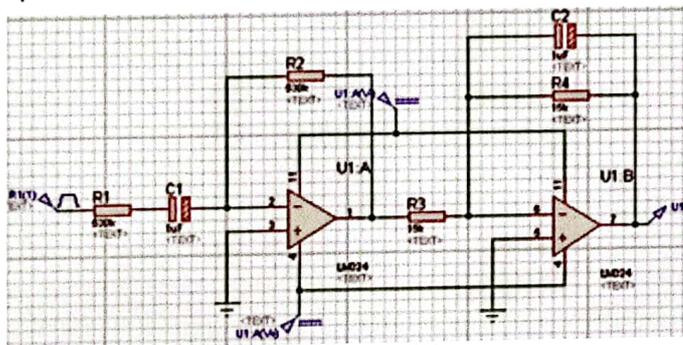
c) Sensor a base de caja de joyería plástica

Fig. 2. Sensores ergonómicos desarrollados.

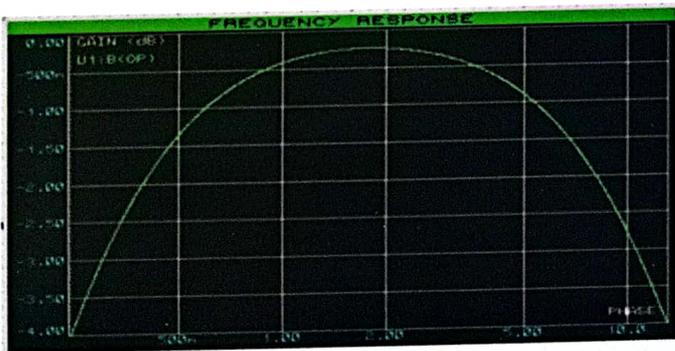
### A. Etapa de Acondicionamiento y Comparación de la Señal

La etapa de adecuación de la señal es muy importante debido a que una señal mal acondicionada produce resultados erróneos, este tipo de resultados no son válidos cuando se realizan dispositivos que involucren la salud de pacientes ya que valores erróneos pueden conllevar a tratamientos no

adecuados y con resultados no deseados. Principalmente, para el diseño de esta etapa se parte de que el corazón late de 60 a 100 veces por minuto bajo condiciones normales del sujeto, pero este valor depende de las características de cada individuo como la edad, su masa corporal, su tamaño, su alimentación, entre otras. La señal cardiaca normalmente se analiza mediante una representación gráfica denominada electrocardiograma (ECG), esta medición tiene un ancho de banda que va desde los 10 MHz hasta los 100 Hz. Para la adquisición de la señal cardiaca se realiza un registro de la diferencia de potenciales eléctricos del corazón, ya sea mediante la diferencia entre dos puntos a lo que se denomina derivación bipolar o entre un punto virtual y un electrodo por lo que recibe el nombre de derivación monopolar. Según lo anterior, el sensor diseñado es del tipo monopolar pero dada su ubicación es susceptible de errores en mediciones dadas por interferencia de la línea de alimentación del sistema (señal de 60Hz) y por el movimiento del dispositivo (transitorios con duración entre 100 y 500  $\mu$ s) que se constituyen en parámetros a considerar en el diseño de esta etapa.



a) Diagrama circuital del filtro pasa banda



a) Respuesta en frecuencia del filtro pasa banda

Fig. 3. Filtro analógico pasa banda con frecuencias de corte superior de 10.5 Hz e inferior de 0.05Hz.

Para aplicaciones de biofeedback, tomar todo el espectro de la señal ECG es innecesario ya que un rango de frecuencias de 0.05 Hz a los 10.5 Hz permite estimar correctamente la actividad mecánica del corazón a partir de una señal eléctrica. También es importante saber que la señal cardiaca obtenida tiene una amplitud reducida por lo que es necesario realizar una amplificación de la señal ya que la mayoría de tarjetas de procesamiento trabajan con señales de entrada de 5 voltios, pero para señales de entrada de valores bajos (inferiores a 2.3 voltios) se considera como una entrada LOW (estado bajo o 0). Para lograr el ancho de banda mencionado se utiliza un filtro pasa banda compuesto por dos filtros activos, uno pasa bajas con frecuencia de corte de 10.5 Hz y otro pasa altas con frecuencia de corte de 0.05 Hz, de esta forma al conectar dichos filtros en cascada se obtiene una banda de paso deseada y se evita incluir un filtro Notch de 60 Hz para eliminar el ruido de la fuente de alimentación. La figura 3a muestra el filtro diseñado con los parámetros descritos anteriormente, la figura 3b presenta la respuesta en frecuencia del filtro.

Finalmente, una etapa de comparación es introducida para lograr generar una serie de pulsos relacionados a la onda pletismográfica obtenida, para esto, se compara la señal con su valor promedio con la finalidad de obtener pulsos equidistantes en sus estados 0 y 1 respectivamente. La figura 4 ilustra la etapa de comparación propuesta en la cual se puede ver en color azul los pulsos producidos por el comparador, en estado alto cuando la señal es mayor que el valor promedio y bajo cuando esta es menor.

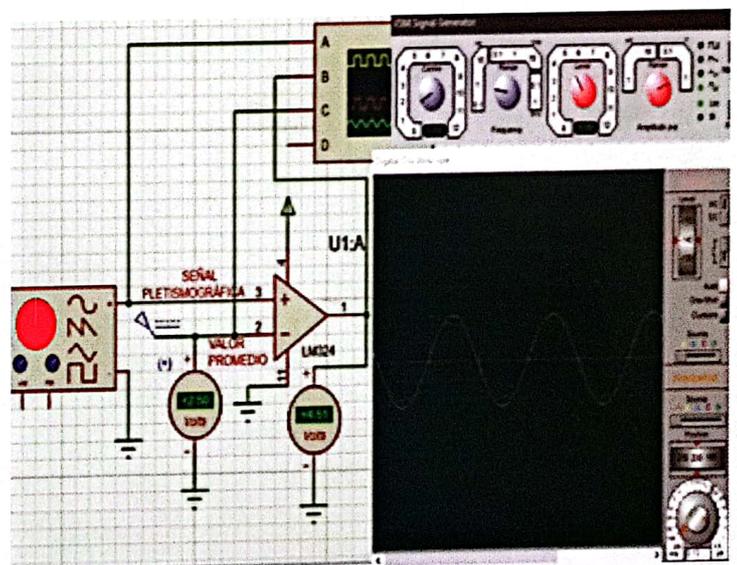


Fig. 4. Etapa de comparación de la señal para la generación de pulsos

## A. Etapa de Procesamiento

El algoritmo de procesamiento es el que se encarga de realizar las operaciones necesarias para estimar la frecuencia cardiaca del paciente y emitir una señal visual y auditiva. Según lo anterior, el funcionamiento del algoritmo depende del correcto funcionamiento de los sensores, de una buena etapa de adecuación de señal y de una buena interfaz visual y auditiva para garantizar un dispositivo útil y que permita apoyar las terapias de biofeedback de forma comparable.

Para este caso, el dispositivo contiene una tarjeta de adquisición arduino encargada del procesamiento digital la cual calcula el ritmo cardiaco mediante un algoritmo que consiste en determinar el tiempo que ha transcurrido desde que se detectó la señal en uno de los pines de adquisición del dispositivo y compararlo con un valor de referencia de tiempo preestablecido. Posteriormente, si existe el pulso y se cumple que ha cambiado el valor de dicha señal con respecto a su estado anterior se procede a calcular su periodo mediante la diferencia entre el tiempo de inicio y el tiempo de referencia, una vez se realiza esto se actualiza el estado de referencia de tiempo mediante la función de arduino millis.

Finalmente, se refresca la memoria del estado anterior de la señal asignándole el valor actual del pulso y guardando la última señal recibida, si dado el caso se obtiene que el pulso es cero entonces se debe asignar un valor 0 a la frecuencia para evitar una indeterminación (al dividir por 0, véase ecuación 2) pero de no ser así entonces el periodo permitirá calcular la frecuencia según la ecuación 2. Dado que el tiempo que se adquiere con la función millis está en milisegundos es necesario multiplicar por un valor de 60000 ya debido a que la frecuencia se representa en pulsaciones por minutos (ppm)

$$frecuencia = \frac{60000}{Periodo} \quad (2)$$

### A. Interfaz auditiva y de Visualización - Biofeedback

Para facilitar la realimentación dispositivo-usuario se optó por la inclusión de dos periféricos, una pantalla LCD de 2X16 y un buzzer, de esta forma el usuario no solo recibe una respuesta visual de su estado, sino que también percibe una estimulación auditiva de acuerdo a su estado. Lo anterior permite utilizar el condicionamiento operante como alternativa de terapia ya que si el usuario se encuentra en un estado de estrés o ansiedad recibirá un castigo representado en un sonido de tono alto y si se encuentra en un estado ideal

recibirá un premio en forma de sonido de tono bajo, de esta manera se estimula al cerebro a buscar un estado de premio y no de castigo.

Para lo anterior, una vez calculada la frecuencia cardiaca se procede a presentar en la LCD los valores tanto del pulso obtenido y del estado en el cual se encuentra el paciente para el cual se han fijado unos rangos de frecuencias representados mediante emoticones, esto se realiza de la siguiente forma:

- Si la frecuencia esta entre 60 y 80 ppm se emite un emoticón sonriente y una mano indicando que el estado es idóneo.
  - Si la frecuencia esta entre 30 y 60 ppm se emite un emoticón decepcionado y una flecha hacia arriba indicando que se debe subir las pulsaciones para estar en el nivel predefinido.
  - Si la frecuencia es inferior a las 30 ppm se emite un emoticón asustado y una flecha hacia arriba indicando que se debe subir las pulsaciones para estar en el nivel predefinido.
  - Si la frecuencia es superior a 80 ppm se emite un emoticón triste y una flecha hacia abajo indicando que se debe disminuir las pulsaciones para estar en el nivel predefinido.
- Esto permite representar los parámetros en la LCD e inferir en el tipo de sonido que se va a generar, para esto, el especialista debe definir un umbral de referencia para el cual se presenta la respuesta. Cabe resaltar que este dispositivo es una herramienta de apoyo en las terapias por lo que es posible modificar estos intervalos de respuesta según las necesidades tanto del paciente como del especialista tratante, esto se realiza predefiniendo el valor de frecuencia a un nivel que define el especialista mediante un potenciómetro configurado como regulador del Set Point.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Adquisición y Adecuación de la Señal

La adquisición de la señal mediante la técnica fotopletiomográfica propuesta resulta en un método de bajo costo y de fácil implementación. El diseño propuesto para la etapa de adecuación de la señal entre el ancho de banda y las frecuencias de corte establecidas permite obtener una onda pletismográfica acorde a la esperada. La figura 5 muestra la onda pletismográfica obtenida a partir de las mediciones realizadas con el diseño del sensor 1 (figura 2a) en un sujeto de 24 años de edad, con alimentación balanceada y deportista ocasional, las figuras 6 y 7 son las mediciones realizadas en el mismo sujeto, pero esta vez con los diseños 2 (figura 2b) y 3 (figura 2c) respectivamente.

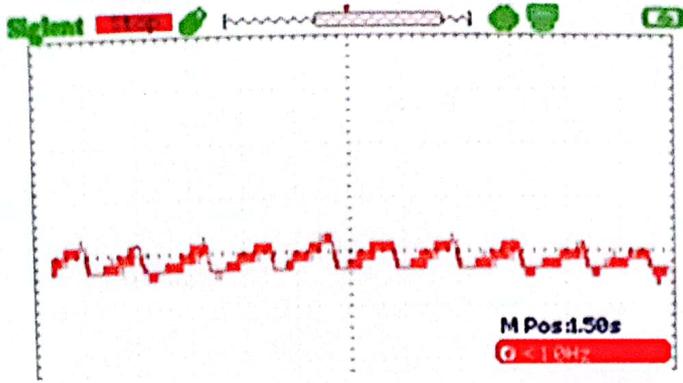


Fig. 5. Señal pleetismográfica obtenida con el diseño del sensor 1.

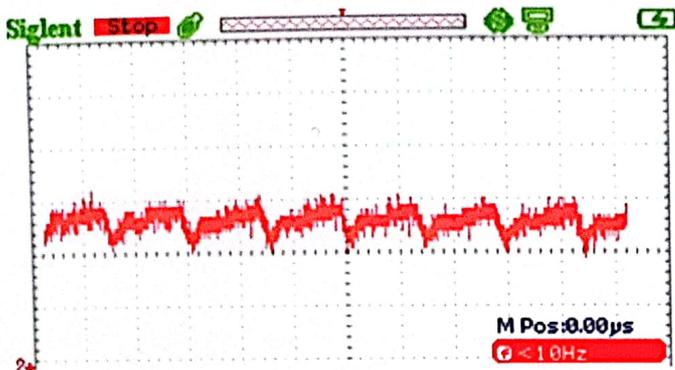


Fig. 6. Señal pleetismográfica obtenida con el diseño del sensor 2.

De esta forma se prueba que se puede obtener una mejor señal de salida mediante un acondicionamiento de señal adecuado cuyo correcto funcionamiento radica en la obtención adecuada de parámetros de diseño como los que se han abordado en la sección 2b y que permiten obtener etapas de amplificación y filtrado bajo consideraciones como ruidos producidos por movimientos o introducidos por la fuente eléctrica. diseños 2 (figura 2b) y 3 (figura 2c) respectivamente.

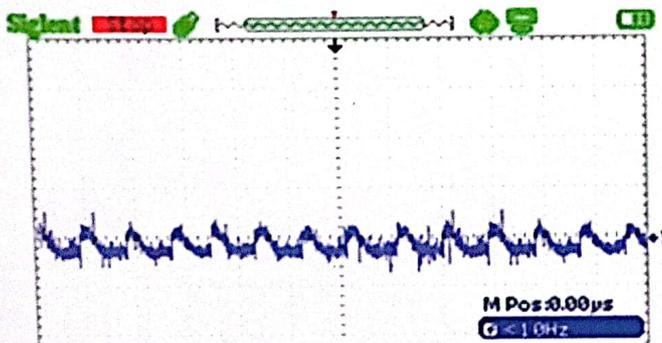


Fig. 7. Señal pleetismográfica obtenida con el diseño del sensor 3.

### A. Procesamiento Digital e Interfaz de Visualización

El correcto funcionamiento del algoritmo de procesamiento desarrollado radica en una buena señal acondicionada. Como se discutió en la sección 2c, el algoritmo de

procesamiento no inicia si no es detectada la señal en el pin de entrada destinado a la adquisición. En la figura 8 se puede apreciar que una vez es detectada la señal, el algoritmo empieza su procesamiento, de lo contrario permanece en un estado stand by.

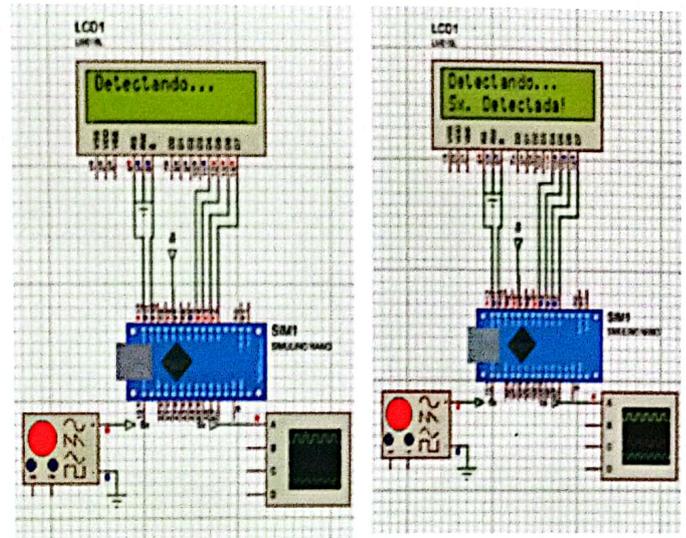


Fig. 8. Modo Stand By mediante el cual el sistema espera detectar los pulsos para iniciar con el procesamiento digital.

Posteriormente, una vez se detecta la señal el algoritmo procede a calcular la frecuencia cardiaca según la frecuencia de la señal de entrada. Finalmente, una vez es detectada la señal e iniciado el procesamiento digital se presentan los resultados mediante una interfaz visual y auditiva al usuario. Los resultados de la respuesta del algoritmo ante una entrada de tren de pulsos bajo diferentes frecuencias definidas dentro de los rangos de operación del dispositivo se muestran de la figura 9 a la figura 12.



Fig. 9. Presentación visual ante una entrada de tren de pulsos con una frecuencia de 25 Hz



Fig. 10. Presentación visual ante una entrada de tren de pulsos con una frecuencia de 47 Hz

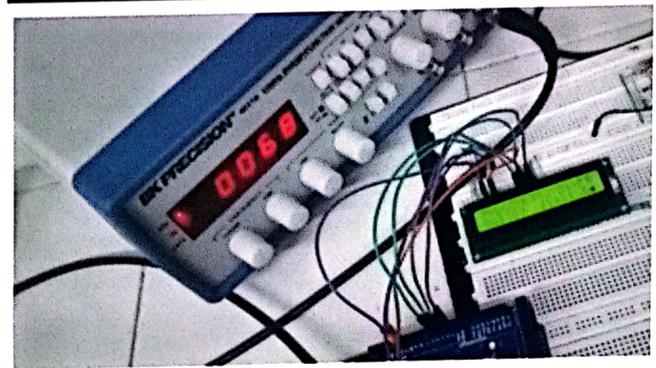


Fig. 11. Presentación visual ante una entrada de tren de pulsos con una frecuencia de 68 Hz

Como se puede apreciar, la respuesta del algoritmo es acorde a lo requerido, permite procesar la señal acondicionada y determinar la frecuencia cardíaca o los pulsos cardíacos de un usuario con un error de  $\pm 1$  Hz. El mismo algoritmo es el que permite presentar los datos mediante una pantalla LCD que hace las veces de interfaz visual, de esta forma, el usuario mediante inspección de su estado y su frecuencia, obtenidas a partir de una realimentación visual (o feedback) procede a realizar acciones de control voluntario que en pocas palabras es el objetivo principal del biofeedback y de este dispositivo.

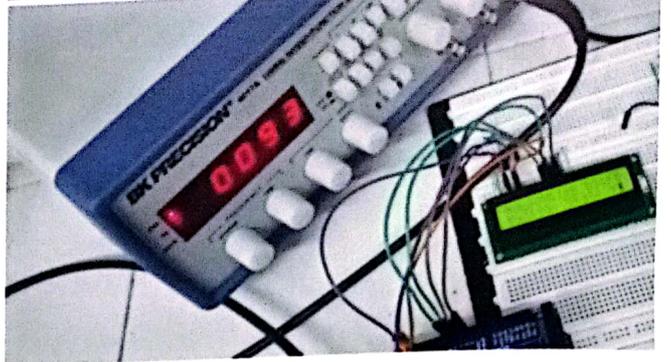


Fig. 12. Presentación visual ante una entrada de tren de pulsos con una frecuencia de 93 Hz

**A. Dispositivo Electrónico Portable de Bajo Costo**  
Finalmente, esta sección presenta el dispositivo propuesto para el cual se ha integrado las etapas descritas en la sección 2 y se ha diseñado un armazón o caja para protección de componentes y portabilidad. Para el dimensionamiento de la caja de protección se tuvo en cuenta principalmente las medidas de la pantalla LCD, de la tarjeta arduino a utilizar (arduino Leonardo), de un potenciómetro de regulación del Set Point para la frecuencia de trabajo definida por el especialista, y de un buzzer que hace las veces de interfaz auditiva. La figura 13 ilustra algunos de los procedimientos de diseño de la caja realizado en el software AutoDesk INVENTOR®.

Una vez se realizó la generación de la caja mediante una impresora 3D, se ensamblaron las partes y se realizaron las conexiones pertinentes. La integración de las etapas descritas en la sección 2 permite lograr un dispositivo portable de bajo costo.

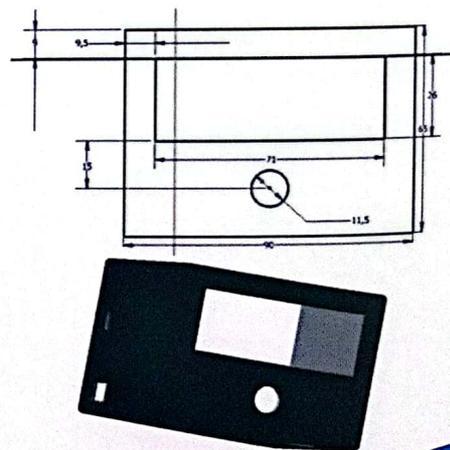


Fig. 13. Dimensionamiento y diseño de la caja de protección

Dado que los sensores contienen una mox en su extremo de conexión, permite que se pueda utilizar indistintamente uno u otro ya que estos finalmente generaran un tren de pulsos a la entrada del pin de arduino designado para adquisición, de esta forma prácticamente se estandariza la conexión del sensor al dispositivo. En la página <https://sites.google.com/site/alejocastroworks/dispositivo-biofeedback> se puede encontrar información mucho más detallada del diseño e implementación del dispositivo, así como también archivos descargables para la producción final del mismo.

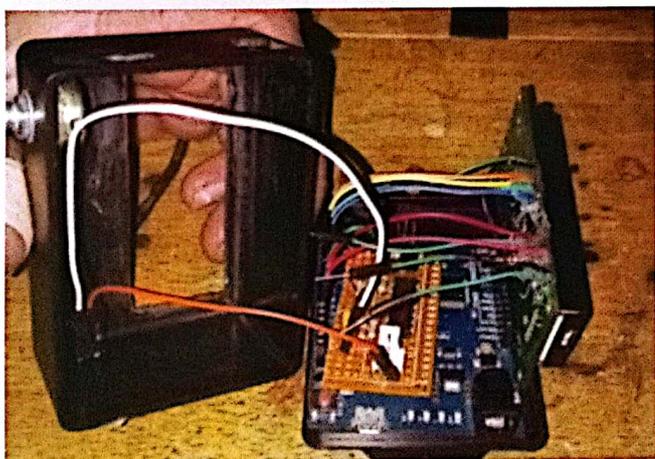
**TABLE I.RELACIÓN DE PRECIOS DE LOS MATERIALES**

Materiales	Costo (Dólares)
Componentes Electrónicos Para la Etapa de Censado	2.50
Componentes Electrónicos Para la Etapa de Adecuación	4.50
Tarjeta Arduino	17.25
Cargador de 12 voltios	2.50
<b>TOTAL</b>	<b>27.75</b>

Como se puede apreciar en la tabla, el dispositivo propuestos tiene un costo de 25.75 dólares (aproximadamente 83700 pesos colombianos) y que en comparación con herramientas que ofrecen esta misma utilidad cuyo precio es de 800 dólares (o 2'358,000 pesos colombianos) resulta en un dispositivo comparable, de bajo costo y portable.



a) Dispositivo electrónico con las etapas integradas y la caja de protección



b) Integración de las etapas y proceso de ensamblado

Fig. 14. Integración de las cuatro etapas de la sección 2 para la obtención de un dispositivo electrónico portable de bajo costo.

Finalmente, en la tabla 1 se relacionan los precios de producción del dispositivo presentado en la cual se puede apreciar que el precio es aproximadamente igual al de un pulsioxímetro básico que no provee las prestaciones que se han propuesto para el sistema.

## CONCLUSIONES

Es importante la creación de dispositivos electrónicos a partir de materiales reciclables como componentes electrónicos en desuso o elementos caseros que ya no se utilizan y que se pueden encontrar fácilmente, de esta forma se aporta al desarrollo de comunidades y se motiva en alguna proporción a la reducción del impacto ambiental. El desarrollo de dispositivos electrónicos de bajo costo permite a las comunidades de bajo nivel socioeconómico acceder a terapias más eficientes para el tratamiento de enfermedades que acongojan dichas comunidades, incluso facilitan al paciente que sea el mismo quien pueda determinar su estado y auto controlarlo o acudiendo a especialistas en el área para mejores tratamientos. Se realizó la implementación del dispositivo con resultados prometedores llamando la atención de la comunidad científica y médica. Por último, esta herramienta es de apoyo en terapias de biofeedback, siendo el especialista quien finalmente provee las acciones pertinentes para ejecutar un autocontrol eficiente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto de investigación "Diseño e implementación de un prototipo electrónico de bajo costo para terapias de biofeedback en tratamientos de trastornos psicofisiológicos" financiado por la Fundación CEIBA y la Gobernación de Nariño.

Este trabajo es realizado con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales y del "Grupo de investigación en ingeniería eléctrica y electrónica" – GIIIE de la Universidad de Nariño. Así como también a la Universidad Técnica del Norte y al psicólogo especialista en tratamientos mediante biofeedback, el profesor del CESMAG Hugo Campaña.

## REFERENCIAS

· Organización Mundial de la Salud. (OMS), "Prevención de los trastornos mentales, intervenciones efectivas opciones de políticas," Ginebra. 2001

· J. A. Posada-Villa, S. A. Aguilar-Gaxiola, C. G. Magana y L. C. Gomez, "Prevalencia de trastornos mentales y uso de servicios: resultados preliminares del Estudio nacional de salud mental," Revista Colombiana de psiquiatría, pp. 33(3), 241-262, 2003.

· R. Kohn, I. Levav, J. M. C. D. Almeida, B. Vicente, L. Andrade, J. J. Caraveo-Anduaga y B. Saraceno, "Los trastornos mentales en América Latina y el Caribe: asunto prioritario para la salud pública", 2005.

· Mustaca, "Tratamientos psicológicos eficaces y ciencia básica".

· Revista Latinoamericana de Psicología, 36(1), 11-20. 2004

· M. Casado, "Ansiedad, stress y trastornos psicofisiológicos", Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones, 2002.

· M. Pastor y J. Méndez, "Revisión sobre las técnicas de biofeedback y sus aplicaciones", Departamento de Psicología Básica II, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2002.

· Q. Romero y J. M. E. Pérez, "Tratamientos psicológicos eficaces para los trastornos de personalidad," Psicothema,

pp. 13(3), 393-406, 2001.

· Jané-Llopis, "La eficacia de la promoción de la salud mental y la prevención de los trastornos mentales," Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría, pp. (89), 67-77, 2004.

· M. Balaguer, "Revisando Técnicas: Control de signos vitales," Revista de Enfermería, vol. 10, pp. 5-10, 2010.

· M. L. Rocha Cabrera y G. G. Celi Orrala, "Mediciones fotopletismográficas," 2012.

· Puras Mallagray, "Pletismografía. Presiones Segmentarias," de Pletismografía - Principios físicos e instrumentación, Madrid, Fundación Hospital de Alcorcón, p. Sección V.

· R. Guetierrez y A. Cerquera, "Electrocardiogramas procesados digitalmente," Cardiología del adulto - Trabajos libres, vol. 10, nº 7, pp. 400 - 407, 2003.

· Barge-Caballero, D. Couto-Mallón, E. Barge-Caballero, M. J. Paniagua-Martín, R. Bariiales-Villa, J. Pombo-Otero y M. G. Crespo- Leiro, "¿Cómo enfrentarse a una sospecha clínica de amiloidosis cardíaca? Un enfoque práctico para el diagnóstico," Cardiacore, 2016.

· J. García-Niebla, A. Baranchuk y A. Bayés de Luna, "Onda epsilon en el electrocardiograma de 12 derivaciones. ¿Está subestimada su frecuencia?," Revista Española de Cardiología, vol. 69, nº 04, pp. 438- 438, 2016.

· M. S. Schwartz & F. Andrasik,

· "Biofeedback: A practitioner's guide.",

· Guilford Publications. 2015

· Castellano-Tejedor, E. Barnola-Serra, I. & Martínez-Raibal. "Programa de entrenamiento en coherencia cardíaca para la reducción del estrés en personal sanitario con cervicalgia crónica: un estudio piloto".

· Revista de la Sociedad Española del Dolor, 22(6), 249-252. 2015

· R. Magariños. "ESTRÉS, DEPRESIÓN Y ANSIEDAD COMO FACTORES ASOCIADOS DE LA FIBROMIALGIA Y SUS REPERCUSIONES EN LA FUNCIONALIDAD FAMILIAR.", 2016.

· S. Cano, D. Peluffo, J. Revelo & Á. Ruano, "PROTOTIPO DE BAJO COSTO PARA APLICACIONES DE BIOFEEDBACK", Segundo encuentro nacional de semilleros de investigación en Ingeniería Electrónica.

EATON EN EL CONGRESO FENALTEC  
Tunja • Octubre 12 - 14

Soluciones para el  
**Sector Eléctrico**

Eaton brinda soluciones integradas y personalizadas  
para resolver sus desafíos más críticos.

**Equipos para:**

Automatización y Control

Protección de Circuitos

Distribución Eléctrica

Administración de Energía  
y Calidad de Potencia

Soluciones y servicios

Soluciones Verdes

**Solu  
cio  
nes** E.T.N.  
energéticas

**EAT•N**

*Powering Business Worldwide*

Av. El Dorado Calle 26 No. 68C-61  
Torre Central - Of. 829  
Bogotá, Colombia  
Tel.: 57 1 404 3333

[www.eaton.com](http://www.eaton.com)

## CONTE PROYECTANDO TÉCNICOS ELECTRICISTAS DE COBERTURA INTERNACIONAL.



De acuerdo con la funciones públicas del Consejo Nacional de Técnicos Electricistas, frente a la colaboración con las instituciones educativas; para el estudio, evaluación y establecimiento de requisitos académicos y programas de estudio, con el propósito de elevar el nivel académico de los técnicos electricistas y así mismo en la proyección para fomentar la capacitación y actualización tecnológica, estamos trabajando desde la presidencia y en sinergia con el equipo de Consejeros representantes del Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Educación y la Asociación de Colombiana de Ingenieros ACIEM, en establecer alianzas estratégicas con el sector productivo, gubernamental y la académica; proyectando identificar los avances tecnológicos, los requerimientos técnicos y de esta manera conllevar al modelamiento de los técnicos con cobertura internacional, garantizando entregar al país personal competente y cualificados.

### ¿CÓMO ESTAMOS MODELANDO TÉCNICOS ELECTRICISTA DE COBERTURA INTERNACIONAL?



MINMINAS - MINEDUCACIÓN  
ACIEM - FENALTEC

Frente a este gran reto, el Consejo Nacional de Técnicos Electricistas estableció, convenios articulados con las asociaciones de técnicos, donde se proyecta la identificación de necesidades técnicas, tecnológicas, actualizaciones frente a los reglamentos y normas del sector eléctrico, así mismo estamos enfocados en que nuestros técnicos electricistas, se reconozcan por su capacidades técnicas, competencias humanas y por la calidad de los trabajo

presentado o entregados al sector productivo. Esto enfocado en establecernos como el gremio más competitivo y capacitado para el país.

### ¿Qué proyección tenemos para el 2018 – 2022?

Como Consejo, estamos elaborando plan estratégico de trabajo, en el cual se proyecta aumentar la cobertura y posicionamiento en la totalidad del país, permitiéndonos establecer alianzas, con entidades educativas, gubernamentales y el sector productivo; en pro del fortalecimiento cognitivo y enmarcado en el cumplimiento de la ley 1264 del 2008 para la legalidad del desempeño de las funciones productivas de los técnicos eléctricos.

Según los avances tecnológicos para la generación de energía eléctrica en el país y de acuerdo con la implementación de la ley 1715 del 2014, consideramos de gran importancia, nuestra participación con el sector productivo y lo fabricantes de este tipo de tecnologías, con el fin articularnos y sensibilizar los aspectos técnicos requeridos de las respectivas instalaciones garantizando la integridad para las personas y equipos. Así como en otros de gran importancia como lo es electrotecnia.

De esta manera, proyectamos contribuir en el fortalecimiento del conocimiento técnico, frente a los avances tecnológicos presentados el sector productivo y la respectiva implementación internacional.

De acuerdo con la necesidad que plantea el sector energético Colombiano, estamos interesados en aportar desde las directivas del Consejo Nacional del Técnicos Electricistas, el apoyo a los lineamientos que permitan reducir las brechas de conocimiento y competitividad que se identifiquen, para el mejoramiento de la calidad de vida de los técnicos eléctricos y de esta manera aportar al crecimiento personal e integral, mejorando su reconocimiento sectorial.

### ¿Gestión del cambio en el Consejo Nacional Técnico Electricistas para el 2027?

Como Consejo nos encontramos en una Gestión de Cambio, realizando una estructuración en la arquitectura administrativa desde la nueva misión y visión con proyección al 2027, a fin de satisfacer las necesidades de los usuarios, sector productivo, gobierno y entidades educativas, en pro de los técnicos electricistas. Para finalizar, estamos comprometidos en fortalecer el sistema de gestión de calidad, enfocados en la transición de la norma ISO 9001-2015, la cual contribuye al mejoramiento continuo de los procesos de la entidad, obteniendo así un mayor rendimiento y, por lo tanto, una satisfacción mayor de los técnicos electricistas del país.

Onofre Jiménez Florez  
Presidente Conte

• FENALTEC •

# PRINCIPIOS DE ELECTROPATOLOGÍA

## “Nada es suficientemente bueno cuando está de por medio una vida”

gerencia@seguridadelectricaltda.com

**INTRODUCCIÓN:** La vida moderna no se concibe sin la electricidad, por lo tanto, el ser humano como usuario de la misma está expuesto permanentemente a un riesgo difícil de detectar, teniendo en cuenta que la electricidad no “agrede” los sentidos, es decir, no se ve, no se escucha, ni emite olor. La electropatología es la ciencia que estudia los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano, los cuales pueden ir desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto. Este artículo es fruto de la experiencia de muchos casos estudiados, en los cuales se han identificado aproximadamente cien factores de riesgo eléctrico.



Ilustración . Condición de riesgo para un ser humano

### 1. DATOS CURIOSOS

La humanidad ha estado vinculada con la electricidad desde siempre; veamos algunos datos:

§ Los rayos han sido admirados y hasta temidos por la humanidad, además, constituyen una parte fundamental para la vida en la tierra.

§ En el año 600 años a. de C., Thales de Mileto frotaba ámbar y atraía partículas.

§ El año 1879 pasó a la historia por la primera muerte de un ser humano a causa de electricidad generada por el hombre. Todo indica que se trató de un carpintero de Lyon, Francia.

§ El 6 de agosto de 1890 alrededor de las siete de la tarde, en la cárcel de Auburn, se utilizó por primera vez la silla eléctrica diseñada por el doctor George Fell, para ejecutar al condenado William Kemmler, alias “Filadelfia Billie”, por matar a su esposa 17 meses antes. En el sitio se encontraban 25 testigos oficiales de los cuales 14 eran médicos y un anónimo encargado de cerrar el interruptor.

§ Hace más de 100 años, en casos de electrización, algunos médicos daban como remedio casero “poner los pies en agua tibia y halar los dedos como si se ordeñase una vaca”

§ En la mitad del siglo XX y durante muchos años se creyó que la electricidad curaba enfermedades mentales como la locura. Quizás como legado de George Beard que inventó la enfermedad neurastenia.

§ La electricidad se ha utilizado durante mucho tiempo en tratamientos para la rehabilitación muscular y para calmar dolores en contracturas y desgarres.

§ Revivir muertos es quizás el uso más valioso de la electricidad. En la actualidad, cuando alguien sufre de manera espontánea un paro cardíaco, se cuenta con Desfibriladores Externos Automáticos (DEA).

§ En Latinoamérica, la electricidad también se ha utilizado en las ferias locales, para diversión de muchos, mediante los llamados “baños eléctricos”.

### 2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA GRAVEDAD DE UNA ELECTROCUCIÓN

El cuerpo humano es un buen conductor de la electricidad. La piel, los músculos, la sangre, etc., presentan ante la corriente eléctrica una resistencia en la zona de entrada, la parte interna del cuerpo y la zona de salida. Curiosamente la corriente se comporta como los impactos de bala, la lesión en el punto de salida es más grave que en la entrada. Para efectos de cálculos, se ha normalizado la resistencia como 1000 ohmios.

En cada caso de descarga eléctrica intervienen una serie de factores variables con efecto aleatorio, sin embargo, los principales son:

- § Intensidad de la corriente que circule.
- § Enfermedades latentes de la víctima.
- § Diferencia de potencial.
- § Tiempo que dure el contacto.
- § Trayecto que siga la corriente.
- § Forma de contacto.
- § Naturaleza de la corriente (alterna o continua).
- § Frecuencia de la onda de corriente alterna.
- § Resistencia que oponga el cuerpo.
- § Energía disipada (o liberada).
- § Capacidad de reacción de la persona (estado anímico).
- § Zona del ciclo cardíaco en que se produzca el contacto.
- § Cantidad de aire en los pulmones.
- § Vestuario que posea la víctima.
- § El género y aún la raza.

### 3. EFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO HUMANO

Los seres humanos expuestos a riesgo eléctrico, se clasifican en individuos tipo "A" y tipo "B". El tipo "A" es toda persona que lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón en procesos invasivos; para este tipo de paciente, se considera que la corriente máxima segura es de 80  $\mu$ A. El individuo tipo "B" es aquel que está en contacto con equipos eléctricos y que no lleva conductores directos al corazón. Se estima como máxima corriente segura 24 mA para un tiempo prolongado.

Cuando circula corriente por el organismo, siempre se presentan en mayor o menor grado tres efectos: nervioso, químico y calorífico.

El paso de corriente por el cuerpo, puede ocasionar el estado fisiopatológico de shock (que no debe traducirse como choque), presenta efectos circulatorios y respiratorios simultáneamente.

La electrización es el término para el paso de corriente no mortal.

La electrocución se da en los accidentes con paso de corriente, cuya consecuencia es la muerte, la cual puede ser aparente, inmediata o posterior.

La fibrilación ventricular consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual no sigue su ritmo normal y deja de enviar sangre a los distintos órganos. El ciclo cardíaco dura aproximadamente 0,75 segundos y se estima que la fibrilación es reversible si el tiempo de contacto es menor de 0,15 segundos. El umbral de fibrilación ventricular para cada caso, depende de parámetros fisiológicos y eléctricos.

La tetanización muscular es la rigidez incontrolada de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica.

La asfixia se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio por contracción del diafragma.

Las quemaduras o necrosis eléctrica se producen por la energía liberada al paso de la corriente (calentamiento por efecto Joule) o por radiación térmica de un arco eléctrico. Las lesiones por fulguración son generalmente superficiales.

El bloqueo renal o paralización de la acción metabólica de los riñones, es producido por los efectos tóxicos de las quemaduras o mioglobulinuria.

Pueden producirse otros efectos derivados o colaterales tales como fracturas, conjuntivitis, contracciones, golpes por caídas, impactos de proyectiles, aumento de la presión sanguínea, arritmias, etc.

### 4. TIPOS DE ACCIDENTES Y SUS CAUSAS

Los accidentes con origen eléctrico pueden ser producidos por: contactos directos, contactos indirectos, impactos de rayo, fulguración (cerca de un arco), explosión, incendio, sobrecorriente o sobretensión. Un hecho muy común es la electrización de niños y adultos sin consecuencias fatales.

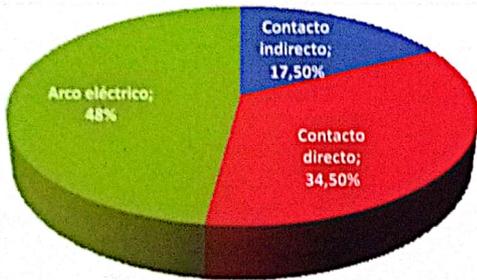
Adicionalmente, la sobrecarga de circuitos por múltiples tomacorrientes, cortocircuitos por mal mantenimiento o envejecimiento de cables y la utilización de equipos eléctricos defectuosos se constituyen en causas de accidentalidad.

Sin embargo, las causas básicas de accidentes a nivel residencial se originan en la contratación de personas no calificadas para intervenir las instalaciones eléctricas, en no tener sistema de puesta a tierra y en no instalar dispositivos y productos certificados.

## DATOS ESTADÍSTICOS

Obtener estadísticas sobre este tema en particular se hace muy difícil en cualquier país. En principio, los casos que deberían registrarse son aquellos que requieren atención médica diferente a los primeros auxilios, los de pérdida del conocimiento independiente del tipo de tratamiento que se le brinde al paciente y obviamente los que resulten en muerte. No obstante, los estimativos globales son:

- § Un muerto al año por cada 200.000 habitantes.
- § Una de cada 14 lesiones resulta en muerte.
- § En el 65% de incendios con origen eléctrico quedan evidencias.
- § El 50% de los accidentes con origen eléctrico actuales se originan en arcos eléctricos



Fuente: Fareras Valentí P. "Medicina Interna" Barcelona

Ilustración . Tipos de accidente con origen eléctrico

En EEUU tienen mayor disciplina para obtener estadísticas, de las cuales resaltamos:

- § El 25% de las defunciones por accidentes laborales tienen origen eléctrico.
- § Anualmente ocurren 30000 accidentes no incapacitantes por contacto eléctrico.
- § Anualmente ocurren 1000 fatalidades por electrocución.
- § Se reportan de 5 a 10 accidentes a diario por exposición a arco eléctrico.

§ Diariamente ocurren de 1 a 3 defunciones por arco eléctrico.

§ Anualmente más de 2000 personas son admitidas en pabellones de quemados por exposición a arco eléctrico

§ Los accidentes eléctricos son la tercera causa de muertes en la industria (80% de ellos por arco eléctrico).

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN

### MEDIDAS IMPRESCINDIBLES

- § Instrucción sobre los riesgos.
- § Perfeccionamiento de equipos y accesorios.
- § Elaboración y cumplimiento de normas.
- § Inspección y mantenimiento de instalaciones

### MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

- § Alejamiento de las personas de las partes energizadas.
- § Interposición de obstáculos.
- § Aislamiento de las partes energizadas.
- § Uso de elementos de protección personal – EPP.

### MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

- § Separación entre circuitos de alimentación y de utilización.
- § Emplear muy baja tensión.
- § Inaccesibilidad simultánea de conductores y masas.
- § Recubrimiento de masas con aislamiento de protección.
- § Doble aislamiento.
- § Conexiones equipotenciales.
- § Puestas a tierra.
- § Dispositivos de corte por tensión o corriente de falla.

§ Guardar las distancias de seguridad.

## PRIMEROS AUXILIOS

El tratamiento consiste en: (1) Alejar al paciente del contacto con la red eléctrica, (2) Restablecer inmediatamente las funciones vitales con resucitación cerebro-cardio-pulmonar, (3) Facilitar cuidados complementarios, si son necesarios. Por ejemplo suministrar una sustancia básica.

## CONCLUSIONES

1. Los principales factores personales presentes en accidentes con origen eléctrico son: Exceso de confianza en el manejo de redes, falta de capacitación, problemas psicosociales, deficiencias en la selección de personal, falta de supervisión y falta de disciplina.

2. La alta dependencia de la resistencia del cuerpo con el contenido de agua en la piel, obliga a que en áreas mojadas, tales como cuartos de baños, mesones de cocina, terrazas, espacios inundados, se tomen mayores precauciones como el uso de tomacorrientes con protección de falla a tierra.

3. En el sector eléctrico, la mayor accidentalidad se presenta en el área de distribución y la parte del cuerpo más afectada es la mano derecha.

4. Es importante el uso de los elementos de protección personal – EPP o conjunto de prendas diseñadas de acuerdo con la fisonomía humana, y cuyo objetivo es minimizar el impacto negativo de los factores de riesgo presentes en el medio laboral.

5. El personal calificado debe aplicar siempre las “cinco reglas de oro”: (1) Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, (2) Condenación o bloqueo, (3) Verificar ausencia de tensión, (4) Puesta a tierra y en cortocircuito y (5) señalizar y delimitar la zona de trabajo.

6. La causa de mayor accidentalidad a nivel de uso final, se debe a malas instalaciones efectuadas por personal no calificado.

7. El sistema de puesta a tierra es fundamental para garantizar la seguridad eléctrica en las instalaciones.

8. Si a una persona le ha circulado corriente, debe suministrársele una cucharadita de bicarbonato de sodio en un vaso de agua.

9. En cualquier lesión de origen eléctrico es necesario determinar las enzimas cardíacas y practicar ECG, recuento sanguíneo y análisis de orina, especialmente para investigar la presencia de mioglobina y la consecuente mioglobinuria.

10. Actualmente la indemnización en casos de demanda por electrocución oscila entre US\$500.000 y US\$1.000.000

11. Siempre se debe contratar personas calificadas, comprar productos certificados y hacer mantenimiento a las instalaciones eléctricas.

El RETIE es el Reglamento de Instalaciones Eléctricas para Colombia; es un instrumento técnico-legal obligatorio, cuyo objetivo fundamental es la seguridad.



**FAVIO CASAS OSPINA.** Ingeniero Electricista, gerente de la Firma SEGELÉCTRICA SAS, licenciado en Salud Ocupacional del Ministerio de Salud, Presidente de la Junta Directiva de la Cámara Colombiana de la Energía, presidente del Comité de Instalaciones Eléctricas de ICONTEC y miembro de la AISS, de AEA y de la IEEE, miembro grupo consultivo de la IEC para Colombia, asesor del Ministerio de Minas y Energía de Colombia para la elaboración del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas para Colombia (RETIE).

Ing. Favio Casas Ospina

**FENALTEC**

# SIEMENS

Ingenio para la vida

## Fábrica de Transformadores Siemens Colombia

Llevamos con orgullo nuestro apellido

[www.transformadores.siemens.com](http://www.transformadores.siemens.com)

Ofrecemos un portafolio especializado en diseño, fabricación, venta, servicio y reconstrucción de Transformadores de Distribución y Potencia, con tensiones hasta 230 kV.

Suministramos equipos para redes de generación, transmisión, distribución de energía, incluyendo sistemas de energía renovable como parques eólicos y sistemas fotovoltaicos, así como aplicaciones para la industria, minería, entre otros.

En el Centro de Producción de Siemens ubicado en Tenjo, nuestro

equipo experto innova día a día manteniendo altos estándares de calidad para fabricar transformadores y entregarlos a más de 15 países, principalmente en el continente americano.

### Contactos:

[www.transformadores.siemens.com](http://www.transformadores.siemens.com)  
Línea gratuita nacional 01 8000 51 9001  
[ventas.transformadores.col@siemens.com](mailto:ventas.transformadores.col@siemens.com)  
Aplicación Tienda Transformadores disponible en Google Play y AppStore

Ingrese a nuestro sitio web



Descargue App desde su Android



Descargue App desde su iPhone



## ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS ELECTRICISTAS DEL CESAR



**Personería Jurídica No. 00395 de 2005**  
**NIT. No. 900049018-9**

**"Somos la Luz de los Técnicos Electricistas del Cesar"**

### RESEÑA HISTÓRICA

Desde el 22 de septiembre del 2005 nacimos como organización gremial sindical con resolución 00395 emanada por el ministerio de la protección social y con el respaldo de la Federación Nacional de Técnicos Electricistas y afines de Colombia "FENALTEC", con el fin de brindarle a los técnicos electricistas cesarenses hacer valer sus derechos normativos. La asociación de técnicos electricistas del cesar "ASTEC", lideró una serie de seminarios de Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE por el Consejo Nacional de Técnico Electricista CONTE basada en las normas colombianas, con amplia participación de técnicos electricistas del departamento del cesar en ese año.

En dichos eventos se fue configurando la idea de crear un órgano rector de los técnicos electricistas del cesar para en su momento darle cumplimiento a la ley 19 de 1990, decreto 991 del 12 de abril 1991, 277 y la ley 1264 del 2008. Con el objeto de identificar políticas de desarrollo, y compartir experiencias y acciones, que fortalecieran los diversos programas, sobre todo ante los entes de fomento y control de la Educación Superior formación profesional como fueron Técnico profesional de electricidad industrial, Tecnólogo en mantenimiento industrial y formación por competencia laboral.

Fue durante el año 2006, 2007 y 2008. Objeto y método de la formación en el año 2006 y durante el Encuentro Nacional de técnicos electricista en Bogotá – Colombia. De la administración de la junta directiva del 2005, que la idea tomó más fuerza, promovida por Gerardo Efraín Mejía Reales, Luis Enrique Solano Galvan, Eduardo Corrales, Nayib Antonio Castellar Mangones, Luis Fernando Olano Guillen, José fuentes Liñan, Jaime Efraín Gutiérrez Rodríguez, Rafael Antonio Reyes Arredondo, Raúl Reina Romero, Lauriano Antonio Lemu Rentería y Luis Alfredo Cuan Q.E.P entre otros.

La asociación de técnicos electricistas del cesar "ASTEC", como Asociación sin ánimo de lucro, se gestó en Valledupar el 22 de septiembre de 2005, como respuesta coherente del ministerio de la protección social al caos cualitativo reinante en la enseñanza de la profesión de técnico electricista independiente como en otras regiones del país asociaciones de técnicos electricista de Colombia.

Fueron sus gestores, los doctores José Domingo Restrepo y en ese entonces presidente del Consejo Nacional de Técnicos Electricista "CONTE", Héctor Peña Bermúdez quienes fijaron como objetivo prioritario, el velar por la elevación del nivel académico en la enseñanza de las Ciencias Administrativas y Técnicas.

Con base en el acta de fundación, "ASTEC" obtuvo la personería jurídica número 00395 del 22 de Septiembre del 2005, expedida por el Ministerio de la protección social.

En la actualidad son miembros de número de "ASTEC" 25 de base, con facultades como independientes en la región del cesar.

**Luis Enrique Solano Galvan**  
Presidente

**Benjamín Eduardo Espeleta Salazar**  
Vicepresidente

**Calle 19 # 14- 32 barrio la Granja**  
**Teléfonos: 5743331 – 5892839 Cel: 3147925248 – 3145830164**  
**Email: astec2005@hotmail.com - astec@conte.org.co**  
**Valledupar – Cesar**

•FENALTEC•

# LA CALIDAD DE LA ONDA DE CORRIENTE EN UNA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN CON LÁMPARAS LED

## INTRODUCCIÓN

Debido al avance tecnológico, varios dispositivos se ha incorporado en los sistemas de instalaciones eléctricas, y la mayoría de ellas afectan la forma de onda y, por tanto, la calidad de las variables eléctricas. Por tanto, la calidad de la energía se ha convertido en un tema importante y, dado la vertiginosa evolución de la tecnología, es también urgente. En la actualidad, para mejorar o reducir el consumo de energía, es muy común el uso de lámparas LED, las cuales presentan bajo consumo de energía, larga vida útil y bajos requerimientos de mantenimiento, y por tanto han sido ampliamente recomendadas para su uso en diversas instalaciones de iluminación doméstica, comercial e industrial.

Sin embargo, dichas lámparas también presentan bajo factor de potencia y alta distorsión armónica total. Por tanto, se aprecia que es de crucial importancia encontrar un punto de equilibrio entre el beneficio y la afectación que causan este tipo de lámparas.

En este documento se presenta algunas recopilaciones de investigaciones previas acompañadas con algunos conceptos básicos para estudiar la calidad de la onda de corriente desde la perspectiva de la presencia de cargas no lineales en instalaciones de iluminación.

## 1. GENERALIDADES SOBRE LAS LÁMPARAS LED

Generalmente, la lámpara LED comercial se conecta a la línea de voltaje de CA, entonces algún tipo de convertidor de CA-CC debe colocarse entre la línea de CA y la cadena de LEDs. El circuito rectificador y el condensador dibujan una entrada pulsante corriente que produce un factor de potencia bajo y, alta distorsión armónica. Éste es, en efecto, el mayor inconveniente de este tipo de configuración de circuito. La lámpara comercial PLANETSAVERR@LED está compuesta por 88 LEDs, divididos en dos hileras de 44 LED cada una, que requieren dos drivers. Los drivers de lámpara comercial

se componen de filtros de entrada, un diodo puente y un filtro de salida. Esta lámpara tiene un factor de potencia de 0.55. En la Figura 1 se muestra un diagrama esquemático de la lámpara PLANETSAVERR@LED.

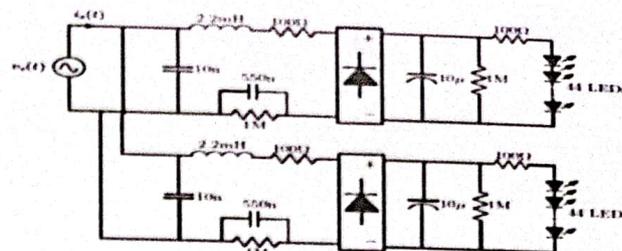


Figura 1. Diagrama esquemático del circuito de una lámpara LED comercial. Tomada de [1].

Un ejemplo de las ondas de corriente que se generan cuando se conecta las lámparas LED se puede ver en la Figura 2.

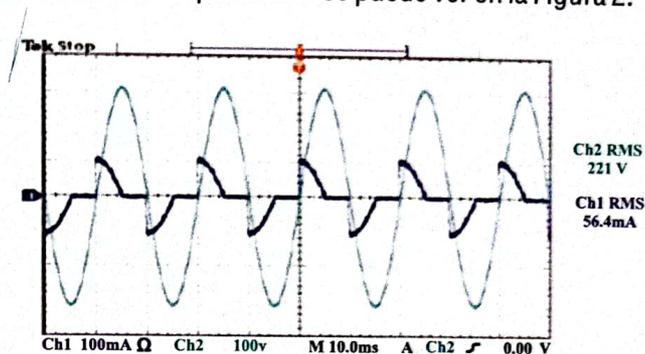


Figura 2. Onda de corriente de una lámpara LED. Tomada de [1].

## CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

A pesar de las ventajas de las lámparas LED, debe reconocerse también que son uno de los principales causantes de la distorsión armónica. No obstante, dicha distorsión puede ser tratada usando un controlador en modo de corrector de factor de potencia (PFC – de sus siglas en inglés, Power Factor Corrector). En general, podemos referirnos a un PFC como un control que consiste en un convertidor elevador (BC – Boost converter) que trabaja bajo un controlador histérico que está en carga de elevar el voltaje y ajustar el factor de potencia. La Figura 3 muestra el diagrama de circuito de un controlador típico utilizado en una lámpara de LED comercial.

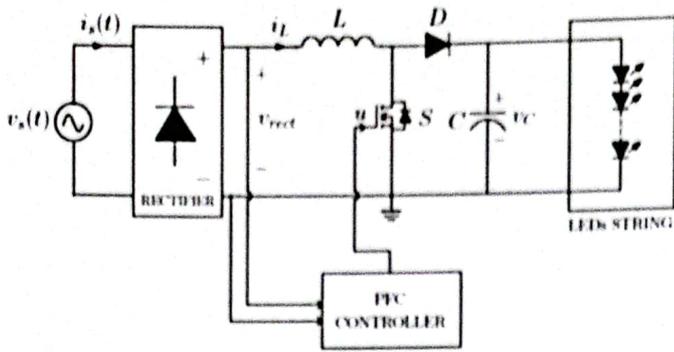


Figura 3. Corrector de factor de potencia de una lámpara LED. Tomada de [1].

El efecto de la corrección puede apreciarse en la onda de corriente resultante mostrada en la Figura 4.

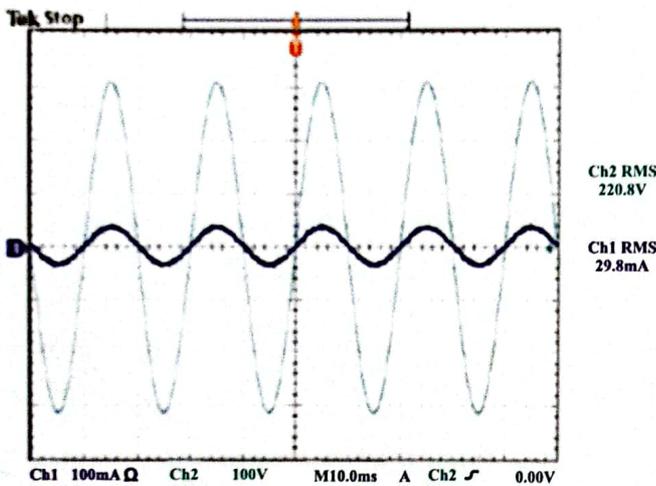


Figura 4. Onda de corriente de una lámpara LED después de aplicar un PFC. Tomada de [1].

### COMENTARIOS FINALES

Con este breve reporte, se aprecia el beneficio del uso de un corrector de factor de potencia tanto en la elevación del mismo como en la mejora de la forma de la onda. Por tanto, un PFC incorporado dentro de la arquitectura es una buena alternativa para mejorar la calidad de la energía.

No obstante, debe considerarse los detalles finos de la onda, donde la frecuencia de histéresis del mismo PFC puede tener implicación. En este sentido, la caracterización y cuantificación de la onda debe ser más detallada y profunda a nivel teórico y matemático.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Peluffo-Ordóñez, D. H., & Revelo-Fuelagán, E. J. (2014, September). Novel spectral characteristics of the electrical current waveform to quantifying power quality on LED lamps. In Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA), 2014 XIX Symposium on, vol., no (pp. 1-5).

### DIEGO HERNÁN PELUFFO ORDÓÑEZ



Nació en Pasto, Colombia, en 1986. Terminó sus estudios de secundaria en el Instituto Técnico Industrial Municipal de Pasto, Colombia. Recibió su grado de ingeniero electrónico, magíster en automatización industrial y doctor en ingeniería - línea de automática, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Colombia, en los años 2008, 2010 and 2013, respectivamente. Después, trabajó como investigador postdoctoral en la Universidad Católica de Lovaina (Université Catholique de Louvain), en Lovaina la Nueva, Bélgica. Actualmente, es profesor de la Universidad Técnica del Norte en Ibarra, Ecuador. Sus intereses de investigación son conceptos teóricos de automática, matemáticas aplicadas e inteligencia artificial.

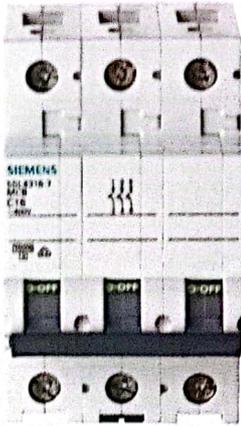
E.mail: [dhpeluffo@utn.edu.ec](mailto:dhpeluffo@utn.edu.ec) - [diegohpo@gmail.com](mailto:diegohpo@gmail.com)  
 Website: [www.diegopeluffo.com](http://www.diegopeluffo.com)

Diego Hernán Peluffo Ordóñez  
 Ing. Electrónico

FENALTEC

# PROTECCIÓN DE CIRCUITOS CONTRA FALLAS POR SOBRECORRIENTES A TRAVÉS DE PEQUEÑOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS (PIA)

Los pequeños Interruptores automáticos (PIA), en inglés Miniature Circuit Breakers (MCB), que también se denominan en la jerga popular como "minibreakers" o "Interruptores de riel", protegen a la instalación de los efectos causados por una corriente de sobrecarga o de cortocircuito, cumpliendo las características constructivas determinadas por la norma IEC 60898. Este tipo de protección se utiliza para evitar un incendio originado por este tipo de fallas eléctricas y daños en el equipamiento conectado y/o protegido.



## Calibres de protección

Los Interruptores de riel 5SL de Siemens, están disponibles desde un calibre de 0,3 hasta los 63 Amperios. El portafolio de Siemens para este tipo de interruptores se complementa con el modelo 5SP4 que abarca los calibres de 80, 100 y 125A.

Dependiendo el calibre, se puede disponer de curvas de disparo B, C y D. Todo esto está acorde con lo descrito en la norma IEC 60898

Es fundamental al momento de seleccionar el calibre del interruptor que se tenga en cuenta no solo el equipo a proteger sino también la sección y el tipo de montaje del cable o conductor. El calibre del interruptor nunca debe superar el valor de corriente admisible que permite el cable o conductor. El tipo de curva de disparo dependerá del tipo de aplicación.

## Capacidades de ruptura o poder de corte

Es la capacidad que posee un dispositivo de protección de interrumpir el flujo de corriente de un cortocircuito a un determinado valor de tensión. La línea 5SL de Siemens, está disponible en 6kA para 5SL6 y 10kA para 5SL4 de capacidad de ruptura en 230/400V de corriente alterna. El modelo 5SP4 para altas corrientes es de 10kA.

El modelo 5SY5 que está diseñado para ser utilizado principalmente en redes de 220/440V de corriente continua y capacidad de ruptura de 10kA.

Componentes adicionales de control, maniobra y señalización

Los interruptores de riel 5SL, al igual que la línea 5SP de Siemens poseen una amplia y completa gama de accesorios tales como:

- Señalización del estado del interruptor, abierto y cerrado a través de un bloque de contactos auxiliares.
- Señalización de alarma del interruptor, para identificar un disparo automático por presencia de una falla en la instalación.
- Disparadores auxiliares, ya sean bobinas de apertura o bobinas de mínima tensión. El interruptor permite el montaje de una sola de estas bobinas al mismo tiempo, por lo que debemos evaluar la aplicación y la función que se necesita para seleccionar correctamente este dispositivo.



•FENALTEC•

Por ejemplo, si el interruptor debe abrir sus contactos cuando la bobina recibe tensión en sus contactos de alimentación, esta será la de apertura, pero si en cambio debe actuar cuando la bobina pierde su alimentación, entonces se deberá colocar la bobina de mínima tensión, las aplicaciones más comunes para este caso son sistemas de paradas de emergencia o asociadas a un monitoreo de la red.

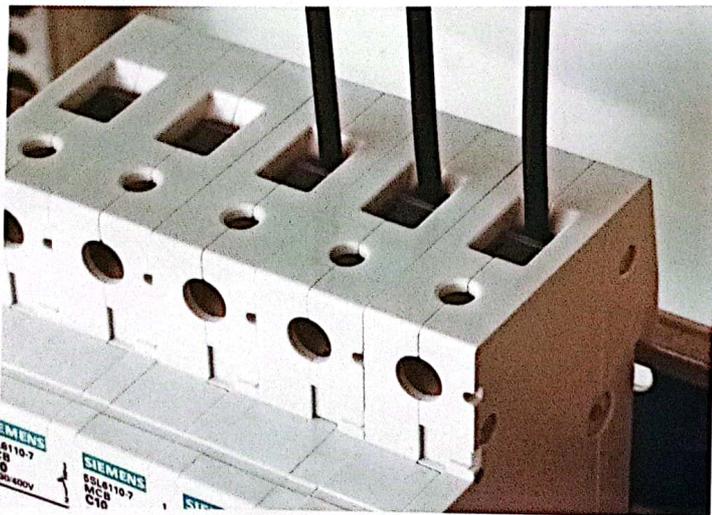
- Accionamiento motorizado, este tipo de accesorio permite conectar y desconectar el interruptor a distancia, sin necesidad de estar frente al tablero y accionar la palanca manualmente.



### Principales características de la línea 5SL/5SY de Siemens

- Bornes prensacables superiores e inferiores de igual sección.

Estos bornes permiten conectar conductores de hasta 35mm<sup>2</sup> de sección. Y poseen un doble prensacable por polo, lo que permite conectar por ejemplo un cable y un peine de conexión de forma separada.



- Los bornes de conexión poseen cubiertas integradas móviles que ofrecen una protección contra los contactos accidentales. Con los tornillos ajustados los bornes están completamente protegidos sin acceso a partes vivas lo que brinda mayor seguridad a la persona que efectúa el montaje del interruptor.

- El montaje es sencillo, es rápido y libre de herramientas: Esta línea de interruptores integra un sistema innovador de montaje manual y libre del uso de herramientas, ya sea para el montaje o retiro del interruptor de un riel de 35mm normalizado según DIN EN 50022.



- Los interruptores Siemens, modelos 5SL/5SY y 5SP, poseen un indicador visual ubicado en el frente que señala la posición de los contactos, permitiendo determinar el estado del interruptor aún estando bloqueada la palanca.

Pero, si el interruptor está conectado y se coloca un bloqueo en su palanca. ¿En caso de falla, el interruptor actuaría igual?

Sí, internamente estaría actuando de todas formas, protegiendo al sistema, ya que el interruptor por su diseño posee la función de "disparo libre", todo interruptor que cumpla con la norma IEC 60898, incluye esta función.

Vale la pena utilizar componentes de alta calidad. Asegúrese que su instalación incluye las mejores protecciones.

Quédese seguro con Siemens.

[Sandra.navarrete@siemens.com](mailto:Sandra.navarrete@siemens.com)

EM LP



# XXXIII CONGRESO NACIONAL DE FENALTEC

“El Técnico Electricista Comprometido con el Cambio Energético y la Protección Ambiental”

12, 13 y 14  
Octubre de 2017  
CENTRO DE CONVENCIONES  
Cámara de Comercio de Tunja

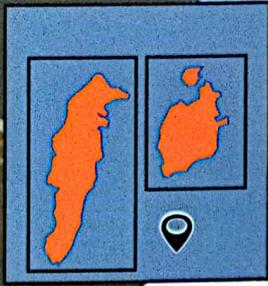


## Boyacá Tierra de Paz y Libertad



INFORMES E INSCRIPCIONES  
[WWW.FENALTEC.ORG.CO](http://WWW.FENALTEC.ORG.CO)

# COMPROMETIDOS CON LA ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS TÉCNICOS ELECTRICISTAS A NIVEL NACIONAL \*



MINMINAS - MINEDUCACIÓN - ACIEM - FENALTEC

REPRESENTACIÓN  
MEDIANTE CONVENIOS  
ASOCIATIVOS\*

Av. Calle 40 No. 13 - 09 \* Piso 9° Edificio UGI \* PBX: (571) 745 13 50  
www.conte.org.co \* contactenos@conte.org.co \* Bogotá, D.C. Colombia