

T e k h n ê

Tecnología al servicio de la sociedad

Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad Tecnológica

Volumen 11 - Número 2 - 2014

ISSN 1692-8407



UNIVERSIDAD DISTRICTAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

Editor

Ph.D(c) Prof. Fredy H. Martínez S.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Comité editorial

Ph.D César Augusto García Ubaque
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Ph.D José Javier Padilla Torralvo
Old Dominion University (USA)

Ph.D Carlos Arturo Ramírez Escobar
Universidad Autónoma de Colombia (Colombia)

Ph.D Luis Fernando Martínez Sarmiento
Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá (Colombia)

M.Sc Jhon Jairo Galvis López
Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y Afines (Colombia)

Comité científico

Ing. Pablo Emilio Garzon Carreño
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Ph.D César Augusto García Ubaque
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Ph.D Mario Ricardo Arbulú Saavedra
Universidad de la Sabana (Colombia)

M.Sc Fernando Martínez Santa
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) Edwar Jacinto Gómez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Árbitros

M.Sc(c) Diego Mauricio Acero Soto
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

M.Sc José Iván Madrid Vega
Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)

M.Sc(c) Mariela Castiblanco Ortiz
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) Jorge Eliecer Posada
Natura Software Ltda (Colombia)

M.Sc(c) Cristian Camilo Forero Díaz
Corporación Universitaria Republicana (Colombia)

M.Sc César Augusto Hernández Suárez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) Diego Armando Giral Ramírez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

M.Sc(c) José Alexander Martínez Valencia
VATIA S.A. E.S.P. (Colombia)

Lic. Diego Fernando Quiroga
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)

M.Sc Yaqueline Garzón Rodríguez
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Asistentes de edición

Luisa Fernanda Castañeda Farieta

Cubierta: Key West, Florida (USA)

Autor: Fredy H. Martínez S.

Contracubierta:

- Superior izquierda: Diagrama de flujo sistema sensor (Paez, D.)
- Superior derecha: Perfil del camino (Rodríguez, L. y Montiel, H.)
- Centro: Plano del enlace (Rodríguez, L. y Montiel, H.)
- Inferior izquierda: Ejemplo de código propuesto (Saavedra, A., Vargas, E. y Martínez, F.)
- Inferior derecha: Diagrama multifilar cubículo unidad de cuidados intensivos (Castañeda, C. y Rondón, L.)

Corrección de estilo español

Luisa Fernanda Castañeda Farieta

Corrección de estilo inglés

Andrea Castiblanco Ortiz

Impresión

Imprenta Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Formato 21.5 × 28 cm
Papel Bond 75 g
Tiraje de 70 ejemplares

Revista Tekhnê

La revista Tekhnê es una publicación institucional de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Posee un carácter científico-académico, y atiende a la comunidad nacional e internacional especialista en áreas de ingenierías eléctrica, electrónica, mecánica, de sistemas, industrial y civil. Publica resultados de investigación en español o inglés (artículos originales e inéditos), y está completamente abierta a especialistas de todo el mundo en calidad de autores y/o lectores. Es arbitrada mediante un proceso doble ciego, con rotación continua de árbitros. Como elemento particular, en cada volumen de la revista se incluye, a modo de difusión, una relación de los trabajos finales de grado de la Facultad Tecnológica en sus ciclos de tecnología e ingeniería.

Periodicidad

La revista Tekhnê posee una periodicidad semestral, coincidente con los semestres académicos de la Universidad Distrital. La publicación se realiza los meses de julio y diciembre. El primer volumen de la revista se publicó el primer semestre de 2003, manteniendo su regularidad hasta la fecha.

Forma de adquisición

La revista Tekhnê se puede adquirir a través de compra, canje o suscripción.

Declaración de ética y buenas prácticas

La revista está comprometida con altos estándares de ética y toma las medidas posibles para evitar las malas prácticas como el fraude y el plagio. Todos los autores deben declarar que sus manuscritos son originales, inéditos y de su autoría, condición necesaria para ser considerados por el Comité Editorial. La revista también se compromete a garantizar una justa, objetiva y rápida revisión de los manuscritos tanto por árbitros como por parte del Editor. Los autores reconocen que han dado a conocer cualquier conflicto real o potencial de intereses con su trabajo o de beneficios parciales asociados a través de la cesión de derechos.

Reproducción

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos de la revista para uso académico o interno de las instituciones citando adecuadamente la fuente y el autor. Las ideas expresadas se publican bajo la exclusiva responsabilidad de los autores, y no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial o de la Universidad Distrital.

Dirección postal

Prof. Fredy H. Martínez S.

Editor y director revista Tekhnê
Sala de Revistas, Bloque 5, Oficina 301
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Transversal 70B No. 73A-35 sur
Teléfono: (571) 3238400 Ext. 5003
Celular: (57) 3005585481
Bogotá D.C., Colombia
E-Mail: tekhneud@udistrital.edu.co
Url: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tekhne/index>



Volumen 11 - Número 2 - 2014
ISSN 1692-8407

Índice

I	Editorial	4	IV	Instrucciones para los autores	113
II	Artículos	5			
	1. Formulación de criterios de diseño para sistema aislado de tierra con localizador de fallas para unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía <i>Carlos A. Castañeda</i> <i>Leandro Rondón A.</i>	5			
	2. Diseño y evaluación de un sistema domótico para seguridad en viviendas bajo el estándar IEEE 802.15.4/Zigbee <i>Diana Marcela Paez P.</i>	27			
	3. Evaluación de la prefactibilidad de un sistema de generación eléctrica a partir de biogás con estiércol de ganado vacuno o porcino en Cundinamarca <i>Angélica M. Sánchez R.</i> <i>Viviana C. García G.</i>	37			
	4. Diseño de un prototipo de monitoreo vehicular en zona urbana utilizando sistema operativo Android <i>Wbeymar Carvajal P.</i> <i>Johann S. Orozco L.</i>	51			
	5. Diseño e implementación de una red Mesh sobre UHF para sistemas de emergencia <i>Liecken Rodríguez Grosso</i> <i>Holman Montiel Ariza</i>	61			
	6. Diseño de un software para el aprendizaje de las medidas eléctricas en circuitos DC <i>Anny L. Saavedra G.</i> <i>Esneider A. Vargas R.</i> <i>Fernando Martínez Santa</i>	69			
III	Resúmenes	77			
	1. Tecnología en Construcciones Civiles	77			
	2. Tecnología en Electricidad	82			
	3. Tecnología en Electrónica	83			
	4. Tecnología en Sistematización de Datos	86			
	5. Tecnología Industrial	89			
	6. Tecnología Mecánica	94			
	7. Ingeniería Civil	97			
	8. Ingeniería en Distribución y Redes Eléctricas	99			
	9. Ingeniería Eléctrica por Ciclos	100			
	10. Ingeniería en Control	101			
	11. Ingeniería en Control Electrónico e Instrumentación	103			
	12. Ingeniería en Telecomunicaciones	103			
	13. Ingeniería en Telemática	105			
	14. Ingeniería de Producción	107			
	15. Ingeniería Mecánica	110			

Editorial

ESTE año (octubre 15) Colciencias inicia un nuevo proceso de categorización de grupos de investigación, desarrollo tecnológico y/o innovación. El modelo a aplicar en esta oportunidad corresponde a la versión publicada inicialmente el 31 de octubre de 2013, resultado de un proceso de depuración y evolución conceptual realizada con la comunidad científica por cerca de tres años. Existen algunos aspectos particulares a destacar en esta nueva versión del modelo. En primer lugar, un elemento que ha ganado especial relevancia es la valoración de la capacidad de formación que puede adelantar internamente un grupo de investigación. Esto se puede observar en la ponderación a programas académicos, cursos, jóvenes investigadores y trabajos de grado entre otros. Otro elemento particular que se observa es el ajuste realizado a los requerimientos de calidad e impacto, en particular con la intención de ponderar el nivel de visibilidad internacional. En este sentido, cobran mucha importancia las publicaciones indexadas internacionalmente. Finalmente, hay que mencionar también el nuevo proceso de verificación y aval institucional que se ha introducido como requisito previo al proceso de medición, nuevamente con el fin de garantizar calidad en los productos registrados.

Ésta entrega de la revista presenta seis nuevos artículos de investigación aplicada en ingeniería. Como es costumbre, también se integra al final un resumen completo de los trabajos de grado adelantados por los estudiantes de la Facultad Tecnológica durante el periodo académico.

El primer artículo presenta una definición de criterios para el diseño de sistemas aislados de puesta a tierra con localizador de fallas, específicamente para instalaciones eléctricas en unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía. El segundo artículo muestra una evaluación de viabilidad técnica en los sistemas domóticos utilizando tecnología ZigBee, orientados a sistemas domóticos en el área de seguridad del hogar. El tercer artículo plantea la implantación de un sistema para el aprovechamiento de la biomasa como recurso energético, con la idea de suplir la necesidad energética que se tiene en una finca o residencia, con los beneficios ambientales y sociales del caso. El cuarto artículo documenta el desarrollo de una aplicación Android cuya finalidad es ayudar a minimizar el congestionamiento de las vías de la ciudad, permitiendo a los usuarios de una empresa conocer en tiempo real la ubicación de otros vehículos. El quinto artículo presenta la propuesta de una red de comunicación para enviar mediciones captadas por sensores de vibración terrestre en zonas de alto riesgo de deslizamientos de tierra. Y finalmente, el sexto y último artículo de éste número, muestra el desarrollo de una aplicación utilizada para resolver circuitos DC que ayuda a fortalecer el proceso de formación y aprendizaje en elementos de medidas eléctricas.

Deseamos agradecer a los árbitros por su excelente y oportuno trabajo evaluando los manuscritos postulados para publicación, y a la decanatura de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital por su apoyo en la edición y publicación de este nuevo ejemplar. Además, agradecemos a la Editorial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el acompañamiento brindado.

Ph.D(c) Prof. Fredy H. Martínez S.
Docente Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Formulación de criterios de diseño para sistema aislado de tierra con localizador de fallas para unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía

Formulation of design criteria for isolated ground system with fault locator for intensive care units and surgical wards

Carlos A. Castañeda
CAM Colombia S.A.S.
cacsunlimited@hotmail.com

Leandro Rondón A.
Proequip S.A.S.
amaya1981stone@hotmail.com

Este artículo presenta la definición de criterios para el diseño de sistemas aislados de tierra con localizador de fallas, para instalaciones eléctricas en unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía. La formulación del problema surge de la necesidad de reducir los riesgos de origen eléctrico por corrientes de fuga, generadas por equipos electromédicos y fallas de aislamiento, que pueden llegar a causar fibrilación, quemaduras e incluso la muerte a pacientes y personal médico de instituciones de asistencia médica. Con base en el análisis y comparación de algunas de las normas nacionales e internacionales, se establece la conformación de un sistema aislado de tierra, compuesto principalmente por un transformador de aislamiento, un monitor de aislamiento de línea y un localizador de fallas. A partir del diseño de un prototipo y la realización de pruebas eléctricas, se verifica la capacidad del sistema de minimizar las corrientes de fuga y protegerlo en condiciones de falla. Se concluye que es importante aplicar las normas vigentes que garanticen la seguridad eléctrica en unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía de instituciones de asistencia médica.

Palabras clave: Sala de cirugía, sistema aislado, tierra

This paper presents the definition of criteria for design of isolated ground systems with fault locator, for electrical installations in intensive care units and operating rooms. The formulation of the problem arises from the need to reduce electrical hazard by leakage currents, generated by electro-medical equipment and fault isolation, which may eventually cause fibrillation, burns and even death for patients and medical staff of welfare institutions medical. Based on the analysis and comparison of some of the national and internationally standards, the formation of an isolated ground system is established, mainly composed of an isolation transformer, a line isolation monitor and a fault locator. From the design of a prototype and performing electrical tests, is verified the system's ability to minimize leakage currents and protect under fault condition. We conclude that it is important to apply the existing rules to ensure electrical safety in intensive care units and surgical wards of health care institutions.

Keywords: ground, isolated system, surgery room

Introducción

El constante aumento en la población mundial incrementa también de forma continua las necesidades de consumo. En igual medida, se ha incrementado globalmente el número de emergencias hospitalarias debidas al aumento de enfermedades, accidentes, entre otros. En particular, hay que destacar el surgimiento de accidentes de origen eléctrico dentro de instituciones de atención médica.

A raíz de estos problemas, tanto en Europa como en Norteamérica se han establecido normas que definen criterios técnicos en instalaciones eléctricas de esta clase (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013), con la intención de evitar este tipo de accidentes que afectan directamente a los pacientes de diferentes áreas, sobre todo los pacientes vinculados a salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos.

Recientemente se han realizado varios proyectos e investigaciones relacionadas con sistemas aislados de tierra en Colombia y en varios países. Entre ellos, se destacan algunos, dada su importancia a la hora de establecer criterios de diseño eléctrico. Tal es el caso del trabajo realizado por Julián Garnica Jiménez, que ha desarrollado un documento con base en las normas NTC 2050 y NFPA 70 que permite dar criterios de diseño de instalaciones eléctricas en hospitales a partir de su composición, en los que se encuentran los sistemas aislados de tierra. Además, destaca la importancia que tiene la aplicación de las normas establecidas para evitar los riesgos de origen eléctrico (Garnica, 2011).

A nivel internacional cabe destacar un estudio desarrollado en el hospital Mato Grosso do Sul (Brasil), el cual mostró que la falta de atención de la infraestructura y la eficiencia eléctrica tiene afectado financiera y estructuralmente a la institución, ya que produce disminución en la vida útil de los equipos, llevando a que la infraestructura eléctrica dañe constantemente equipos eléctricos, ocasionando que los dispositivos destinados a la protección de pacientes no cumplan con las normas y puedan ocasionar resultados graves, tanto al personal médico como a los pacientes. Dicho estudio, se hizo con el fin de verificar el cumplimiento de las normas existentes, tales como NBR 5413 y la Resolución RDC50 ANVISA. Dichos resultados los compararon con los estándares e hicieron sugerencias para resolver los problemas que afectan el correcto funcionamiento de la institución (Veneziano y Assis, 2014).

Otro estudio referente a los sistemas aislados, fue realizado por la Universidad de Twente (Enschede, Países Bajos (Van Vugt, Bijman, Timens, y Leferink, 2013)), donde se indica que siempre existe algún grado de acoplamiento capacitivo a tierra, aunque sólo sea por los cables que componen la instalación.

Por otro lado, las instalaciones modernas al utilizar filtros de línea de energía que tienen condensadores a tierra por razones de compatibilidad electromagnética (tanto pasivos como activos), que aunque no generan riesgo a la instalación, hacen necesario evaluar la seguridad de las personas en

relación con la capacidad de fuga por valores extremos de capacitancia.

Con una sola falla de aislamiento, no hay grandes corrientes que fluyan para activar interruptores automáticos, y la red sigue totalmente funcional, es por eso que un dispositivo especial debe ser instalado para detectar la falla de aislamiento, ya que sin la detección oportuna de dicha falla, puede llevar tarde o temprano a una segunda falla, causando daños a la infraestructura eléctrica y en el peor de los casos suspender el servicio de energía (Van Vugt et al., 2013).

También se destaca el trabajo realizado por Claudia Beatriz Navarro Palacios Ingeniera Biomédica, que realizó un documento guía de seguridad eléctrica con base en el National Electrical Code NEC para una institución médica en concreto, en el cual realiza un énfasis en tecnologías aplicadas en áreas críticas, enfocando principalmente los sistemas de puestas a tierra, transformadores de aislamiento, entre otros, en el cual se destaca un análisis de costo-beneficio de cada uno de los elementos que componen un sistema aislado de tierra (Palacios, 2006).

A nivel local se encuentra, según Héctor Valbuena, algunos criterios de diseño para instalaciones eléctricas hospitalarias, dentro de las cuales se destaca la descripción estructural de áreas críticas y de emergencia como salas de cirugía. Allí menciona como deben ir ubicados los equipos electromédicos y destaca la importancia de los tableros de aislamiento, realizando una descripción de sus componentes y esquema eléctrico (Martín, 2006).

También se destaca a nivel local, el documento realizado por Pablo Castro y Cintya Hernández, donde muestra la composición, construcción e importancia en la aplicación de transformadores de aislamiento en instituciones de asistencia médica, que sirven como punto de referencia para fallas por corrientes de fuga (Castro y Hernandez, 2009).

El artículo se estructura de la siguiente forma. En la Sección se presenta el análisis conceptual y funcional de los sistemas aislados de tierra; un análisis comparativo en lo establecido en cada una de las normas en estudio, con respecto a cada uno de los elementos que componen un sistema aislado de tierra; se muestran las limitaciones técnicas y por último se presenta el análisis de montaje de este tipo de sistemas aislados en unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía de instituciones de asistencia médica. En la Sección se detallan las memorias de cálculo de un diseño de un sistema aislado de tierra, para una unidad de cuidados intensivos estándar y una sala de cirugía estándar, con sus respectivos diagramas unifilares y planos eléctricos. En la Sección se presentan los resultados obtenidos en las pruebas eléctricas realizadas al prototipo de sistema aislado de tierra. Finalmente, la Sección concluye el artículo.

Fecha recepción del manuscrito: Agosto 29, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Septiembre 22, 2014

Carlos A. Castañeda, CAM Colombia S.A.S.; Leandro Rondón A., Proequip S.A.S.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Carlos A. Castañeda. Email: cacsunlimited@hotmail.com

Análisis de los sistemas aislados de tierra

Análisis conceptual y funcional de los sistemas aislados de tierra

En instituciones de asistencia médica, se debe contar con sistemas aislados de tierra que permitan mantener de forma continua el suministro eléctrico, aún en condiciones de falla a tierra, especialmente en las áreas críticas de la zona 2, donde el suministro de energía eléctrica, es vital para mantener con vida a pacientes sujetos a cuidados médicos, procedimientos quirúrgicos, en zonas tales como Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), salas de cirugía, entre otros, y tal como lo establecen las normas eléctricas (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013). El sistema aislado de tierra debe minimizar las corrientes de fuga provenientes de la red pública, de los equipos electromédicos y fallas en la instalación eléctrica, que puedan afectar directamente a los pacientes que están expuestos a estos equipos electromédicos.

Conceptos básicos. Es importante entender cuál es la ventaja de usar un sistema aislado de tierra con respecto a un sistema normal, aplicado a las áreas críticas antes mencionadas.

Un sistema normal monofásico trifilar está constituido por una fase, neutro y tierra, a un nivel de tensión de 120 Vac. Como podemos observar (Fig. 1), el conductor neutro al igual que el conductor de tierra están conectados al sistema de puesta a tierra, por lo que la tensión entre ambos conductores es de 0 Vac, mientras que la fase no tiene conexión alguna con los otros dos conductores, por lo tanto la tensión entre fase y tierra, o fase neutro es de 120 Vac. La impedancia de fuga entre fase y tierra o fase y neutro comúnmente es de aproximadamente 1,2 MΩ, además se considera que la resistencia del cuerpo humano en condiciones normales es de aproximadamente 1 kΩ (UPME, 2013).

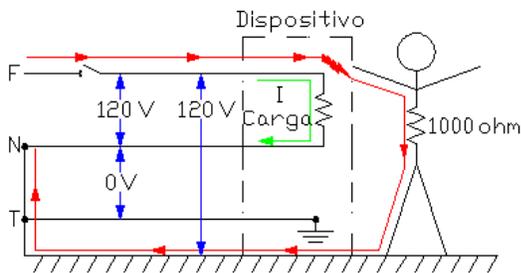


Figura 1. Falla a tierra sistema normal (Link, 2014).

Si el sistema normal está alimentando una carga eléctrica a 120 Vac (Fig. 1) y si una persona accidentalmente entra en contacto directo o indirecto con el conductor de fase, el circuito equivalente que se obtiene del sistema es tal como se muestra en la Fig. 2.

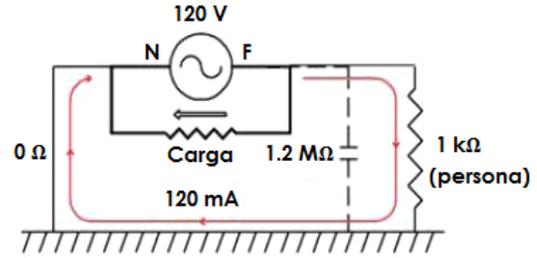


Figura 2. Circuito equivalente falla a tierra sistema normal (Link, 2014).

Como observamos (Fig. 2), en el sistema normal se obtiene una impedancia entre neutro y tierra de 0 Ω y una impedancia de fuga entre fase y tierra de 1.2 MΩ . Cuando la persona entra en contacto con el conductor de fase, su resistencia de 1 kΩ queda expuesta a una tensión de 120 V, por lo tanto fluye por la persona una corriente de 120 mA, que para tiempos mayores a 1 s puede llegar a causar fibrilación, paro cardíaco, quemaduras o paro respiratorio (UPME, 2013).

Ahora consideremos un sistema aislado de tierra, que consta en principio de un sistema normal que alimenta un transformador de aislamiento de 120/120 V a 60 Hz (Fig. 3). A diferencia del sistema normal, tanto la línea 1 como la línea 2 están aisladas de tierra, lo que permite obtener una gran impedancia entre la línea 1 y tierra de 1,2 MΩ, y una impedancia entre línea 2 y tierra de 1,2 MΩ (valores comunes de impedancia), en condiciones ideales de equilibrio, logrando así un valor de tensión entre cualquiera de las líneas y tierra de 60 V.

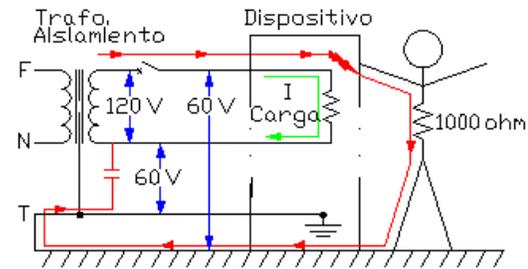


Figura 3. Falla a tierra sistema aislado (Link, 2014).

Cuando la persona entra en contacto con alguna de las dos líneas aisladas (Fig. 4), por ejemplo con L1, su resistencia de 1 kΩ en paralelo con la impedancia de 1.2 MΩ es equivalente a 999 Ω, valor que queda en serie con la impedancia de fuga de L2 de 1.2 MΩ, por lo tanto sobre ésta última cae una tensión aproximada de 119.9 Vac, generándose así sobre el circuito una corriente aproximada de 0.1 mA que fluye a través del cuerpo de la persona, valor que no representa mayor peligro de fibrilación, incluso en tiempos de exposición mayores a 1 s (UPME, 2013).

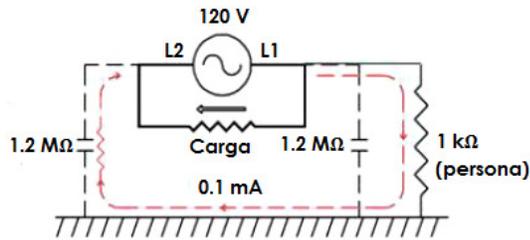


Figura 4. Circuito equivalente falla a tierra sistema aislado (Link, 2014).

Elementos que componen un sistema aislado de tierra.

Para la aplicación en instituciones de asistencia médica, los sistemas aislados de tierra deben contar con varios equipos fundamentales que lo complementan y que permiten además de aislarlo de la red normal, realizar un monitoreo y localización de corrientes de fuga, que pueden afectar al paciente involucrado en zonas como salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos.

A continuación se describen los equipos primordiales de los sistemas aislados de tierra:

- Transformador de Aislamiento:

Es la parte fundamental del sistema ya que es el que permite aislar de tierra las líneas de alimentación de perturbaciones como ruido, defectos de potencia, etc, además de contar con una malla electrostática entre el primario y el secundario del transformador, que conectada a tierra, permite disipar las perturbaciones de origen eléctrico y protegen el transformador en caso de pérdida de aislamiento entre los dos devanados. Debe contar con un aislamiento tipo H que permite la elevación de temperatura hasta un valor de 150 grados centígrados, a una temperatura ambiente de 40 grados centígrados (Harper, 2004).

- Monitor de Aislamiento:

Sin embargo, tanto los circuitos eléctricos derivados del sistema aislado de tierra, como los dispositivos electromédicos conectados a los mismos, aportan cierto nivel de corrientes de fuga, debido a que los aislamientos de estos equipos no tienen una resistencia de aislamiento finita, además del acople capacitivo entre las líneas y tierra, lo que hace que se presenten pequeñas fugas de corriente, sumadas a las que aporta el transformador de aislamiento y las fugas de los conductores eléctricos de los circuitos ramales. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el nivel de corrientes de fuga propio del sistema durante su funcionamiento, que debe ser lo más bajo posible, lo que hace que se deba vigilar estos niveles de corriente en el sistema.

Para tal fin, los sistemas aislados de tierra deben contar con un dispositivo que vigile constantemente la resistencia de aislamiento del sistema. Esto se logra a través de un monitor de aislamiento de línea, que mide de forma constante la impedancia entre las líneas aisladas y tierra, y a partir de este valor, el monitor de aislamiento calcula la corriente total de

peligro presente en el sistema. Si éste último valor supera el umbral de 2 mA o 5 mA, según la programación del equipo, se enciende una señal sonora y visual, indicando que se ha producido un primer fallo en el sistema, es decir que alguna de las líneas está puesta a tierra. Sin embargo, esto no significa que se esté presentando un peligro de consideración que pueda comprometer la seguridad de un paciente o del personal médico, de hecho es indispensable tener habilitado el sistema aislado aún en condiciones de falla, ya que no se debe interrumpir algún procedimiento médico al que pueda estar sometido un paciente. Una vez se ha generado la alarma, el personal técnico a cargo del mantenimiento del sistema debe despejar la falla en el menor tiempo posible. Algunos sistemas cuentan con protocolos de comunicación en estaciones de enfermería, con el fin de informar y poder ubicar rápidamente donde se está presentando la falla (Link, 2014; L. Torres, 2001).

- Localizador de fallas de aislamiento:

Cuando se presenta una falla de aislamiento es de vital importancia ubicarla en el menor tiempo posible, pero realizarlo de forma manual no es nada fácil ya que un sistema aislado está compuesto por varios circuitos ramales, y a su vez, un circuito ramal está compuesto por dos líneas, lo que complica aún más la localización de la falla. Para poder realizar este procedimiento de forma automática, se puede contar con un localizador de fallas de aislamiento, que es un dispositivo que recibe señales provenientes del monitor de aislamiento de línea, que le indican el estado actual del sistema aislado. Este dispositivo, además cuenta con transformadores toroidales de corriente, internos o externos, que censan la corriente de entrada y salida de ambas líneas aisladas de un circuito ramal, por lo tanto para cada uno de los circuitos se requiere de un transformador con estas características.

Cuando se presenta una falla a tierra, el monitor de aislamiento envía una señal de prueba a todo el sistema aislado, es decir por todos los circuitos ramales, por los transformadores de corriente y por ende pasa a través del punto eléctrico donde se encuentra la falla de aislamiento. El localizador de fallas, a través de las lecturas obtenidas por cada una de los transformadores toroidales, evalúa los niveles de corriente comparados con la señal de prueba dada por el monitor de aislamiento de línea, de esta manera se hace notorio que en alguno de los circuitos ramales se presentan niveles de corriente anómalos, identificando así el circuito ramal relacionado con la falla (Bender Group, 2009).

- Cable de bajas fugas:

Para obtener un sistema aislado seguro, además de los equipos antes mencionados, hay que tener en cuenta los circuitos ramales que alimentan los equipos electromédicos. Para estos circuitos ramales es importante que estén constituidos por cables eléctricos de bajas fugas, ya que algunos tipos de conductores, como por ejemplo el de

aislamiento del tipo THHN/THWN presentan valores altos de capacitancia, por lo que las corrientes de fuga se pueden incrementar dentro del sistema aislado. Para esto, se deben usar conductores con aislamiento constituido de polietileno de cadena cruzada (XLP), que tienen un valor de constante dieléctrica menor o igual a 3,5 (ICONTEC, 1998). Para sistemas aislados de tierra, el cable más adecuado es el del tipo XHHW-2.

Al utilizarse un conductor de bajas fugas y al disminuir al máximo las longitudes de los circuitos ramales, se logra obtener un valor muy bajo de corrientes de fuga en todo el sistema aislado en condiciones sin carga, lo que indica que son valores no muy cercanos a los 5 mA permisibles por el monitor de aislamiento de línea, dando un amplio margen a las corrientes de fuga propias de los equipos electromédicos que se conectan al sistema aislado. A pesar de su condición, este tipo de aislante (XLP), contribuye aproximadamente 1 uA de corriente de fuga por cada pie de longitud de cable. En el caso del conductor de tierra, no es necesario que tenga un aislante de bajas fugas, lo que es usual que se utilice el tipo THHN/THWN.

Sin embargo, durante el proceso de jalado de cables dentro de la tubería conduit, se puede perder parte de esa protección, si se usan elementos o compuestos que hacen que la constante dieléctrica supere el valor permitido de 3,5 (ICONTEC, 1998), aumentando las corrientes de fuga en todo el sistema aislado de tierra. También es importante tener en cuenta que la humedad dentro de la tubería eléctrica donde se alojan los conductores eléctricos, también afecta el rendimiento del sistema aislado, provocando también corrientes de fuga (Electric, 2005).

- Dispositivos de protección:

Los dispositivos de protección también son vitales, ya que protegen el sistema aislado de tierra cuando se presenta un segundo fallo, es decir, cuando las dos líneas simultáneamente están puestas a tierra y se pierde completamente el aislamiento, situación en la cual el dispositivo de protección debe abrir el circuito ramal relacionado con la falla.

Estos no deben actuar cuando se presenta un primer fallo, es decir, cuando solo una de las líneas aisladas está puesta a tierra, ya que no se debe desenergizar el sistema aún en condiciones de falla, debido a que en el caso de salas de cirugía podría verse comprometida la vida del paciente vinculado a estas áreas.

- Barras de tierra o sistemas de puesta a tierra:

Las técnicas de puesta a tierra son indispensables dentro del sistema aislado, ya que permite disipar las corrientes de fuga y la estática que se puedan presentar en algunas áreas de asistencia médica, que pueden llegar a afectar el estado físico de los pacientes que están expuestos a dispositivos como catéteres, que pueden transmitir estas corrientes al paciente, incluso el personal médico también se puede ver expuesto a

estas fugas, si no se cuenta con un sistema de puesta a tierra apropiado.

En el caso de las cargas estáticas al no ser despejadas, pueden causar explosiones, debido a que la acumulación de estas cargas pueden producir una chispa que active un gas de uso medicinal que se pueda encontrar en el ambiente y que son muy comunes en áreas como quirófanos y unidades de cuidados intensivos.

Por lo tanto se requiere de un sistema de puesta a tierra que proviene del centro de distribución eléctrica general, que por medio de conductores eléctricos unen las barras equipotenciales de cada uno de los tableros de aislamiento, al sistema de puesta a tierra. A su vez, a estas barras equipotenciales llegan los conductores de tierra de cada módulo de fuerza, que permiten despejar las corrientes de fuga, provenientes de los equipos electromédicos conectados al mismo. También se conectan a estas barras los módulos de tierra, que por medio de receptáculos permiten realizar conexiones equipotenciales de tablas de cirugía, entre otros. Deben conectarse todas las partes metálicas de tableros y equipos al sistema de puesta a tierra, para que no se produzcan diferencias de potencial, que puedan generar corrientes de fuga de consideración que lleguen a fluir a través de un paciente.

En síntesis, un sistema aislado de tierra está compuesto por los elementos descritos en la tabla 1 con su función principal dentro del sistema.

Tabla 1

Funciones equipos de un sistema aislado de tierra.

EQUIPO	FUNCIÓN DENTRO DEL SISTEMA
Transformador de aislamiento	Aísla el sistema de perturbaciones eléctricas
Monitor de aislamiento	Vigila la resistencia de aislamiento y los niveles de corriente de fuga del sistema aislado de tierra
Localizador de fallas	Localiza el ramal y la línea correspondiente a la ubicación de una falla de aislamiento del sistema
Cable de bajas fugas	Minimiza las corrientes de fuga al máximo de los circuitos ramales
Dispositivos de protección	Protege el sistema cuando se presentan de forma simultánea, fallas a tierra en las dos líneas aisladas
Barras de tierra	Referencia todos los conductores de tierra y todas las partes no conductoras de corriente

Sistemas de emergencia. Por último, como un sistema aislado de tierra no puede quedar desenergizado en algún momento, ya que puede comprometer la vida de pacientes en estado crítico o bajo procedimientos quirúrgicos, se debe contar con un sistema de emergencia que proporcione energía eléctrica al sistema aislado cuando la red pública deje de suministrarlo. El sistema eléctrico debe contar con uno o mas grupos electrógenos que a través de una transferencia

automática, realice la conmutación entre la red y la planta eléctrica cuando se presenta una falla de suministro de energía y que además restituya la red cuando vuelve el suministro de la misma.

Sin embargo, no es suficiente con el grupo electrógeno para mantener de forma constante el suministro de energía, ya que durante la transición en la conmutación se puede llegar a desenergizar el sistema aislado de tierra. Por lo tanto es necesario contar con uno o más sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS) que permite que los equipos electromédicos no se des-energicen durante la conmutación entre la red pública y el grupo electrógeno que no debe durar más de 10 s (UPME, 2013).

Finalmente, un sistema eléctrico esencial para salas de cirugía o unidades de cuidados intensivos, está compuesto en primera medida por la red pública o grupo electrógeno, que se conmutan a través de una transferencia automática. Más adelante se encuentra la UPS, que garantiza un suministro de energía ininterrumpido a un tablero general del cual se derivan las acometidas parciales, cada una de estas energiza un sistema aislado de tierra. Cada sistema aislado está compuesto por un transformador de aislamiento que alimenta en primera instancia, dos dispositivos fundamentales. El primer dispositivo es el monitor de aislamiento que supervisa tanto el transformador de aislamiento como todos los circuitos ramales. El segundo dispositivo que alimenta el transformador, es el localizador de fallas que a partir de una señal del monitor de aislamiento, localiza la falla dentro del sistema aislado. Finalmente, los circuitos ramales alimentan los módulos de fuerza y tierra donde se conectan los equipos electromédicos (Fig. 5), (Huertas, 2010; ICONTEC, 1998).

Análisis de los artículos establecidos en las normas NTC 2050, IEC 6034-7-710, NFPA 99 y RETIE, con respecto a Sistemas Aislados de tierra

A partir del análisis conceptual y funcional sobre sistemas aislados de tierra, se deben tener en cuenta los criterios establecidos por las normas nacionales e internacionales (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013), para cada uno de los elementos que componen un sistema aislado de tierra (Fig. 5).

- Red eléctrica y grupo electrógeno:

La red de suministro de energía eléctrica, hace parte de la primera etapa del sistema eléctrico esencial de una institución de asistencia médica y las cuatro normativas hacen alusión a estos dos elementos del sistema eléctrico.

Como se puede observar en la tabla 2, en los cuatro casos se establece que es indispensable contar con una o más fuentes de respaldo, que permitan dar suministro de energía eléctrica, cuando la red pública no pueda suministrarla. Las normas (IEC, 2002; NFPA, 2005) establecen que la transición entre estas fuentes de energía debe realizarse lo más rápido posible, mientras que en (ICONTEC, 1998;

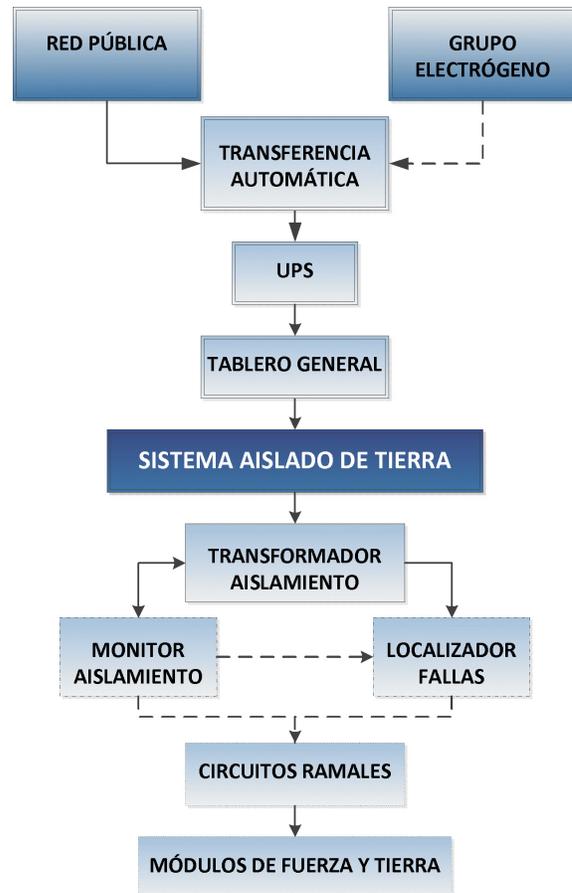


Figura 5. Sistema eléctrico esencial ramal crítico.

UPME, 2013) se establece un tiempo máximo de 10 s en el que se debe efectuar la transición. Además del tiempo máximo establecido, se debe tener en cuenta que para poder realizarse la transición, las fuentes alternas deben tener un nivel de tensión y frecuencia adecuada para poder alimentar las cargas esenciales.

- Sistema ininterrumpido de potencia (UPS):

Para los sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS) aplicados en instituciones de asistencia médica, solo el reglamento (UPME, 2013) establece la importancia del uso de estos sistemas para la continuidad del servicio de energía eléctrica, para la alimentación de equipos de asistencia vital (tabla 3).

- Transformador de aislamiento:

Las cuatro normativas establecen algunos criterios técnicos que deben tener los transformadores de aislamiento, para la aplicación en sistemas aislado de tierra (tabla 4).

De la tabla 4, se destaca, por un lado las limitaciones de usar solo un transformador por cada sala de cirugía, ya que en este tipo de áreas se usan equipos electromédicos de gran potencia, además se debe tener en cuenta otro de los

Tabla 2

Red eléctrica y grupo electrógeno (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
Los sistemas eléctricos esenciales deben tener una fuente normal y una o más alternativas, para su uso cuando se interrumpe la fuente normal	Se debe disponer de una fuente de alimentación alterna que se activa cuando falla la fuente de alimentación normal	Los sistemas eléctricos esenciales deben tener una fuente normal I de suministro y una o más fuentes alternativas que entran cuando la primera falla	Debe instalarse una fuente alterna de suministro de energía eléctrica que opere cuando se presenta un corte de energía en el sistema normal
Cuando falla la fuente normal, la transferencia con la fuente alternativa se realiza después de un tiempo breve y solo cuando logra una tensión y frecuencia adecuada	La transferencia entre las dos fuentes se realiza durante un periodo de transición definido	El ramal crítico debe instalarse a la fuente alternativa de modo que se restablezcan las funciones del sistema aislado antes de 10 s desde la interrupción del suministro normal	Para media tensión se debe disponer de transferencia automática con by pass para conectar otra fuente de alimentación dentro de los 10 s siguientes al corte de energía del sistema normal

Tabla 3

Sistema ininterrumpido de potencia (UPS) (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
			En áreas críticas donde debe continuar el servicio de energía, debe instalarse una UPS para equipos eléctricos de asistencia vital

ítems establecidos por estas normas, que habla de limitar la potencia a 10 kVA.

Con respecto a los niveles de tensión en los bobinados primario y secundario de los transformadores de aislamiento, la norma (NFPA, 2005) hace referencia a una tensión máxima de 600 Vac en el primario y la norma (ICONTEC, 1998) hace referencia a 600 Vac máximo en el lado secundario, sin embargo la norma (IEC, 2002) y el reglamento (UPME, 2013) restringen la tensión en el secundario a 250 Vac máximo. En sistemas aislados de tierra aplicados en Colombia, no se utilizan equipos que requieran mas de 120 Vac nominales para su funcionamiento, por lo que sistemas con tensiones superiores serían innecesarios, incluso los transformadores trifásicos tienen una salida de aproximadamente 230 Vac línea a línea, pero tienen

Tabla 4

Transformador de aislamiento (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
Debe ser homologado para su propósito	Debe instalarse cerca a las ubicaciones médicas y en armarios para evitar el contacto accidental	Un transformador de aislamiento no debe servir para más de una sala de operación	Debe tener un aislamiento tipo H o B. Debe suministrar potencia al 150 % de la nominal para cargas intermitentes para mantener la corriente de fuga menor a 5 mA
El bobinado primario se conecta a una fuente de modo que no se energiza con más de 600 V	La tensión en el lado secundario no puede exceder los 250 Va.c.	La tensión del primario y del secundario del transformador no debe ser superior a 600 V.	La tensión en el secundario no debe exceder 250 V
La pantalla electrostática deberá estar conectada a la toma de tierra	Debe conectarse la pantalla de metal del transformador de aislamiento a la barra de tierra	Si hay un blindaje electrostático, se debe conectar al punto de referencia de puesta a tierra	
	La corriente de fuga del secundario y la carcasa, puestos a tierra, sin carga, no debe exceder los 0.5 mA		Para áreas críticas debe ser de muy bajas corrientes de fuga (microamperios)
	La potencia nominal no debe ser inferior a 0.5 kVA y no debe exceder los 10 kVA	La potencia máxima debe ser de 10 kVA para cumplir los requisitos de impedancia	No debe tener una potencia inferior a 0,5 kVA ni mayor a 10 kVA para áreas críticas y 25 kVA para rayos X

dispuestos un punto común para la obtención de 127 Vac nominales. Además, desde el punto de vista de corrientes de fuga, no sería muy conveniente tener sistemas mayores a 600 V ya que podrían representar mayor peligro sobre los pacientes y personal médico.

- Monitor de aislamiento de línea:

Con respecto a los monitores de aislamiento, las cuatro normativas también establecen criterios que deben cumplir este tipo de dispositivos que monitorean el sistema aislado. En la tabla 5, podemos observar que las normas (ICONTEC, 1998; NFPA, 2005), establecen que un monitor de aislamiento debe indicar las corrientes de fuga presente en cualquiera de las dos líneas aisladas, mientras que las otras dos normatividades (IEC, 2002; UPME, 2013), son más

específicas indicando que debe activarse una alarma, cuando la resistencia de aislamiento es menor a 50 kΩ.

Tabla 5

Monitor de aislamiento de línea (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
Debe funcionar continuamente e indicar corrientes de fuga de cualquiera de las dos líneas aisladas, con respecto a tierra	Debe indicar alarma cuando la resistencia de aislamiento es menor a 50 kΩ	Debe funcionar continuamente, señalando las posibles corrientes de fuga desde cualquier conductor aislado a tierra	Debe activar una alarma si la resistencia de aislamiento entre fase y tierra es menor de 50 kΩ
Debe tener una lámpara verde que indica que el sistema está aislado de tierra	Debe tener una señal de luz verde que indique un funcionamiento normal	Cuando el sistema está aislado de tierra, se debe encender una bombilla verde fácilmente visible	
Debe tener una lámpara de luz roja y una señal acústica que indique que la corriente de peligro total de cualquier línea aislada de tierra alcanza 5 mA. No deberá dar alarma para corrientes menores a 3,7 mA	Debe tener una señal de luz amarilla (que no se desactiva mientras se mantenga la falla) y acústica (que puede ser silenciada) que se encienden cuando se alcanza un valor mínimo fijado de resistencia de aislamiento	Cuando la corriente total de riesgo de cualquier línea aislada y tierra (resistiva o capacitiva) llegue a 5 mA debe encender una bombilla roja y una señal sonora (si se quiere). No debe producir alarmas para corrientes de riesgo menores a 3,7 mA	Se debe disponer de un monitor de aislamiento para 5 mA
Debe tener una impedancia interna que permita una corriente interna máximo 1 mA cuando algún punto está conectado a tierra	La impedancia interna será mínimo 100 kΩ. y la corriente interna en condiciones de falla no deberá ser superior a 1 mA pico	La impedancia interna suficiente para que la corriente interna máxima sea de 1 mA cuando algún punto aislado esté puesto a tierra	
Para monitores de baja impedancia la corriente interna no debe superar dos veces el valor umbral de alarma en condiciones de falla a tierra, en un tiempo no mayor a 5 ms		Para monitores de baja impedancia la corriente interna no debe superar dos veces el valor umbral de alarma en condiciones de falla a tierra, en un tiempo no mayor a 5 ms	

Se destaca además, una diferencia en cuanto a la señalización luminosa cuando se alcanza un valor de 5 mA de corriente

fuga, ya que (NFPA, 2005; UPME, 2013) establecen una luz de color rojo, mientras que la norma (IEC, 2002) determina que debe ser de color amarillo, sin embargo, el color rojo se asume más a situaciones de peligro, por lo que se puede considerar mas conveniente.

Con respecto a la impedancia interna que debe tener este tipo de dispositivos, las normas coinciden en establecer que debe ser tal, que no debe superarse una corriente de fuga interna de 1 mA en condiciones de falla, pero la norma (IEC, 2002) considera que la impedancia interna debe ser mínimo 100 kΩ, sin embargo un valor como este, condiciona la impedancia de aislamiento de todo el sistema, ya que sería el mínimo valor, comparado con las impedancias de las líneas aisladas a tierra, que como ya se hizo énfasis, tiene un valor aproximado de 1.2 MΩ. En estas condiciones, un valor bajo en la impedancia del monitor de aislamiento, reduce el rango de corrientes de fuga, ya que podrían conectarse menos equipos electromédicos, antes de llegar a los 5 mA.

- Localizador de fallas de aislamiento:

Para el caso de localizadores de fallas de aislamiento, solo el (UPME, 2013) y una norma adicional perteneciente a la IEC, hacen referencia a dispositivos que localicen las fallas a tierra, de alguna de las dos líneas aisladas y deben hacerlo en el menor tiempo posible (tabla 6). Esto significa, la relevancia que dan estas normas en mención, en dar más criterios de seguridad y fiabilidad del sistema aislado comparado con las otras normas (IEC, 2002; UPME, 2013).

Tabla 6

Localizador de fallas de aislamiento (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
	En la norma IEC 6034-4-41 permite el uso de sistemas de localización de fallos de aislamiento que indican un primer fallo de línea a tierra, iniciando una señal audible o visual		Debe de disponerse de dispositivos que permitan localizar las fallas a tierra en el menor tiempo posible

- Cables eléctricos de bajas fugas:

Para el caso de conductores eléctricos para sistemas aislados de tierra, las normas analizadas muestran características técnicas diferentes que deben cumplir (tabla 7). La norma (NFPA, 2005) especifica el valor de la impedancia mínima a tierra que debe tener un conductor aislado, mientras la (IEC, 2002) especifica el valor de la resistencia máxima del conductor, desde el dispositivo de protección hasta los dispositivos de fuerza. Por su parte la norma (ICONTEC, 1998), hace énfasis en el valor máximo de constante dieléctrica que debe tener el tipo de aislamiento del

conductor. Por último, el (UPME, 2013) establece un valor máximo de corriente de fuga. Lo que se puede analizar, es que todos estos criterios establecidos tienen algo en común y es la relación con las longitudes del cableado, ya que a menor longitud se puede cumplir cada parámetro establecido en cada caso.

Con respecto a la identificación de los conductores, solo se tiene referencia de la (ICONTEC, 1998; NFPA, 2005), que designan los colores correspondientes a los conductores aislados (tabla 7), teniendo en cuenta que este tipo de conductor eléctrico debe ser de bajas fugas del tipo XLP.

Tabla 7

Cables de bajas fugas (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
La impedancia (capacitiva y resistiva) a tierra de uno de los conductores de un sistema aislado excederá los 200 k Ω cuando se instala	La resistencia de los conductores entre los dispositivos de protección y los tomacorrientes no debe exceder los 0,2 Ω	Deben tener constante dieléctrica menor a 3,5 y longitudes cortas para cumplir requisitos de impedancia y reducir corrientes de riesgo. no deben usarse compuestos para halado que aumente su constante dieléctrica.	Deben ser de muy bajas corrientes de fuga. La longitud y calidad del aislamiento no deben generar corrientes de fuga mayores a 10 μ A, y tensiones que generen más de 10 mA
Conforme a la NFPA 90 el Conductor aislado 1 es naranja, conductor 2 marrón, ambos con una banda de color distintivo diferente a blanco, verde o gris. conductor 3 color amarillo (sistema trifásico) con banda distintiva		Para sistemas aislados se identifica: Conductor 1 naranja, conductor 2 marrón. Para sistemas trifásicos el tercer conductor debe ser amarillo	Los conductores de circuitos no deben estar conectados a tierra

- Dispositivos de protección:

Con respecto a los dispositivos de protección (tabla 8), las normas establecen que deben utilizarse dispositivos de corte bipolar, es decir, para realizar el corte simultáneo de las dos líneas aisladas de cada circuito ramal (ICONTEC, 1998; UPME, 2013). Pero el criterio más importante dado por (IEC, 2002; UPME, 2013), es el de establecer que estos dispositivos no deben proteger por sobrecarga si no solo cuando se presente una segunda falla, es decir, cuando las dos líneas aisladas estén puestas a tierra de forma simultánea.

Este criterio es importante ya que garantiza la continuidad del servicio, teniendo en cuenta además lo establecido en la tabla 4, en el que el transformador de aislamiento debe suministrar el 150 % de la potencia nominal.

Tabla 8

Dispositivos de protección (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
El sistema aislado de tierra debe contar con dispositivos de protección y control, además de un monitor de línea que indique las corrientes de fuga	La protección contra sobrecarga no está permitida en circuitos de alimentación aguas arriba y aguas abajo del transformador de aislamiento. pueden utilizarse fusibles	Todos los circuitos de potencia aislados deben estar controlados por un interruptor que tenga un polo de desconexión en cada conductor aislado	En sistemas aislados deben instalarse interruptores bipolares de mínimo 20 A, que deben abrirse solo cuando se presente una segunda falla que genere cortocircuito
		Cada conductor aislado debe tener un dispositivo de protección contra sobre corriente, de la capacidad adecuada	No deben utilizarse como control de encendido y apagado de iluminación

- Barrajes de tierra:

Para los sistemas de puesta a tierra aplicados en sistemas aislados de tierra, las normas coinciden en establecer una conexión equipotencial de todos los equipos electromédicos, tableros de distribución y en general, partes conductoras no portadoras de corriente, relacionadas especialmente con los equipos en torno a pacientes, ubicados en áreas críticas de instituciones de asistencia médica (tabla 9).

Comparación de equipos aplicados en sistemas aislados de tierra

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos por las normas analizadas en el apartado anterior, se realiza a continuación, una comparación de los datos técnicos de tres marcas comerciales, para cada uno de los dispositivos principales que componen un sistema aislado de tierra.

Transformadores de aislamiento. Para transformadores de aislamiento, se realiza la comparación de los datos técnicos de tres marcas comerciales diferentes tal como se muestra en la tabla 10.

Podemos observar que los datos técnicos de los tres transformadores son muy similares, solo cambian los niveles de tensión del primario y secundario, pero de igual manera se mantiene el máximo permitido de 250 Vac. Referente a los demás ítems como corrientes de fuga y niveles de ruido, las marcas tienen datos muy similares lo que hace que no sobresalga uno en especial.

Tabla 9

Barrajes de tierra (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013).

NFPA 99	IEC 6034-7-710	NTC 2050	RETIE
Conforme a la NFPA 70 todas las partes conductivas no portadoras de corriente, se deben poner a tierra	Para igualar las diferencias de potencial deben conectarse los conductores de tierra a la barra de conexión equipotencial, deben conectarse de forma individual	Todas las partes conductivas no portadoras de corriente se deben conectar al sistema de puesta a tierra	Los tomacorrientes y equipos eléctricos deben estar puestos a tierra a través de un conductor entre estos y la barra de tierra
	Deben conectarse a tierra pisos conductivos mesas de quirófano, pantallas electrostáticas, en general. elementos entorno al paciente		

Monitor de aislamiento. En el mercado se pueden encontrar tres referencias de monitores de aislamiento de última generación, el LIM 2010, el ISO-GARD serie 6 y el Mark V, sin embargo, los dos primeros tienen las mismas características técnicas (tabla 11).

Como se puede observar (tabla 11), el Mark V genera menor corriente de fuga que las otras dos marcas, sin embargo, el LIM 2010 y el ISO-GARD serie 6, cuentan con funciones que no posee el Mark V, como identificación de fallas junto a equipos EDS, alarmas por sub tensión, monitoreo de la resistencia e impedancia de aislamiento; ítems que son primordiales teniendo en cuenta los requisitos establecido en el reglamento (UPME, 2013) según la tabla 6.

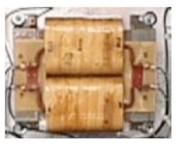
Localizador de fallas de aislamiento. Debido a que los monitores de aislamiento LIM 2010 e ISO-GARD serie 6, tienen las mismas características técnicas de construcción, se puede utilizar el mismo localizador de fallas (tabla 12).

Cuentan con salidas para la conexión de transformadores de corriente, para máximo 12 circuitos y un puerto de comunicación BMS.

Cable de bajas fugas. No son muchas las especificaciones técnicas que se pueden conseguir sobre este tipo de cable (tabla 13), solo cabe destacar que es un conductor eléctrico para una tensión máxima de 600 V y lo más importante, tienen un tipo de aislamiento XLP que contribuyen en disminuir las corrientes de fuga.

Tabla 10

Especificaciones técnicas transformadores de aislamiento (Bender, 2011; Electric, 2005; PG Life Link, 2013a).

BENDER	SCHNEIDER	POST GLOVER
		
Norma: IEC 6034-7-710	Norma: IEC 6034-7-710	Norma: NFPA 99
Potencia nominal: 3, 5, 7.5 y 10 kVA	Potencia nominal: 3, 5, 7.5 y 10 kVA	Potencia nominal: 3, 5, 7.5 y 10 kVA
Tensión primario: 110 – 480 Va.c.	Tensión primario: 120 /240 Va.c.	Tensión primario: 110 – 480 Va.c.
Tensión secundario: 110 – 240 Va.c.	Tensión secundario: 120 Va.c.	Tensión secundario: 110 – 240 Va.c.
Frecuencia: 60 Hz	Frecuencia: 60 Hz	Frecuencia: 60 Hz
Tipo aislamiento: Clase H	Tipo aislamiento: Clase H	Tipo aislamiento: Clase H
Nivel de ruido máximo: 37 dB	Nivel de ruido máximo: 35 dB	Nivel de ruido máximo:
Corriente de fuga máxima (según UL 1047, tabla 30.2):	Corriente de fuga máxima (según UL 1047, tabla 30.2):	Corriente de fuga máxima:
Tensión sec. 120 V: 5 kVA.....20 uA 10 kVA.....25 uA	Tensión sec. 120 V: 5 kVA.....20 uA 10 kVA.....25 uA	3 kVA.....10 uA 5 kVA.....10 uA 7.5 kVA.....14 uA 10 kVA.....25 uA
Tensión sec. 208, 240 Va.c.: 5 kVA.....30 uA 10 kVA.....37 uA	Tensión sec. 208, 240 Va.c.: 5 kVA.....30 uA 10 kVA.....37 uA	
Impedancia: 3 kVA.....4.22 % 5 kVA.....3.58 % 10 kVA.....2.01 %		

Limitaciones técnicas de los sistemas aislados de tierra

Para que un sistema aislado de tierra sea confiable, se deben tener en cuenta algunas limitantes de carácter técnico, para mantener en niveles óptimos la resistencia de aislamiento del sistema y minimizar las corrientes de fuga, propias de los equipos que lo componen.

Equipos electromédicos. Para lograr que el sistema sea eficiente, también se deben aplicar sistemas aislados para cada uno de los equipos electromédicos, que integran las zonas críticas como salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos, ya que estos también pueden generar niveles de corriente de fuga, si no se tiene un buen aislamiento y que pueden afectar directamente a los pacientes en torno a estos equipos. Para lograr su protección, se deben tener en cuenta dos criterios importantes, uno de ellos es mantener aislado al

Tabla 11
Especificaciones técnicas monitores de aislamiento (Bender, 2013; PG Life Link, 2013b; Schneider, 2014).

BENDER	SCHNEIDER	POST GLOVER
		
LIM 2010	Iso-Gard Serie 6	PG LifeLink Mark V
Norma: IEC 6034-7-710	Norma: IEC 6034-7-710	Norma: NFPA 99
Tensión nominal: 100 – 240 Va.c.	Tensión nominal: 100 – 240 Va.c.	Tensión nominal: 120 – 240 Va.c.
Frecuencia: 50 – 60 Hz	Frecuencia: 50 – 60 Hz	Frecuencia: 50 – 60 Hz
Tensión de prueba: 2 kV	Tensión de prueba: 2 kV	
Potencia nominal: menor a 22 VA	Potencia nominal: menor a 22 VA	Potencia nominal: 10 VA
Valores monitoreo sistema aislado: *Corriente de fuga THC: 2 mA / 5 mA *impedancia: 10 – 200 kΩ *Resistencia: 20 – 200 kΩ	Valores monitoreo sistema aislado: *Corriente de fuga THC: 2 mA / 5 mA *impedancia: 10 – 200 kΩ *Resistencia: 20 – 200 kΩ	Valores monitoreo sistema aislado: *Corriente de fuga THC: 2 mA / 5 mA
Resistencia Interna: ≥ 1.5 MΩ	Resistencia Interna: ≥ 1.5 MΩ	
Corriente de fuga: 60 uA / 95 uA	Corriente de fuga: 60 uA / 95 uA	Corriente de fuga: 50 uA max.
*Interface: RS-485 BMS Bus	*Interface: RS-485 BMS Bus	Interface: RS-485
Funciones (alarmas incluidas): *Corriente de fuga *Sobrecarga trafo *Sobretemperatura trafo *Sobretensión y subtensión *Conexión de tierra *Resistencia e impedancia de aislamiento *Localización de falla a tierra *Indicador remoto externo	Funciones (alarmas incluidas): *Corriente de fuga *Sobrecarga trafo *Sobretemperatura trafo *Sobretensión y subtensión *Conexión de tierra *Resistencia e impedancia de aislamiento *Localización de falla a tierra *Indicador remoto externo	Funciones (alarmas incluidas): *Corriente de fuga *Sobrecarga trafo *Sobretemperatura trafo *Indicador remoto externo

paciente y por otro mantener la equipotencialidad (Pinzón, 2010; Puentes y Girón, 2009; Soler, 2011).

- Aislamiento del paciente: Este método consiste en aislar las partes activas o sometidas a tensión eléctrica, con el fin de evitar el contacto accidental, que pueda generar el cierre de un circuito a través del paciente. También se tiene en cuenta que se deben separar las partes conductoras que se aplican directamente sobre el paciente como catéteres, de

Tabla 12
Especificaciones técnicas localizador de fallas (Bender Group, 2013).

BENDER	SCHNEIDER	POST GLOVER
		
EDS461	EDS461	
Norma: IEC 6034-7-710	Norma: IEC 6034-7-710	
Tensión nominal: 100 – 250 Va.c.	Tensión nominal: 100 – 250 Va.c.	
Frecuencia: 42 – 460 Hz	Frecuencia: 42 – 460 Hz	
Potencia nominal: ≤ 10 VA	Potencia nominal: ≤ 10 VA	
Canales de medida: 12	Canales de medida: 12	
Transformadores toroidales externos: Potencia nominal: 0.0375 VA Carga nom.: 2.4 kΩ	Transformadores toroidales externos: Potencia nominal: 0.0375 VA Carga nom.: 2.4 kΩ	
Sensibilidad: 0.2 – 1 mA	Sensibilidad: 0.2 – 1 mA	
Respuesta localización: 0 – 24 s	Respuesta localización: 0 – 24 s	
Indicación de fallas: *Leds indicadores *Display LC	Indicación de fallas: *Leds indicadores *Display LC	
Interface: RS-485 BMS Bus	Interface: RS-485 BMS Bus	

Tabla 13
Especificaciones técnicas cable de bajas fugas (Condux Cables, 2014; Kris-Tech Wire, 2014).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CABLES XHHW-2 DE SISTEMAS AISLADOS DE TIERRA		
BENDER	SCHNEIDER	POST GLOVER
		
Kris-Tech Wire		Condux Vulcanel
Tipo Aislamiento: XHHW-2		Tipo Aislamiento: XHHW-2
Material Aislamiento: XLP		Material Aislamiento: XLP
Tensión: 600 Va.c.		Tensión: 600 Va.c.
Temperatura: 90 °C		Temperatura: 90 °C

las partes activas del equipo. Sin embargo, estos equipos que están en contacto directo con el paciente, deben tener un nivel bajo de impedancia a tierra, con el fin de disipar las corrientes de fuga que se puedan generar y que puedan fluir a través del paciente. La conexión se puede logra a partir de módulos de tierra.

- Equipotencialidad: Es un criterio muy importante que debe aplicarse debidamente, con el fin de que no se generen tensiones mayores a 40 mV entre los equipos en contacto directo con el paciente y el sistema de puesta a tierra, para que no se generen corrientes considerables, que puedan afectar al paciente. se deben conectar todos los equipos que están en torno al paciente a través de un terminal de equipotencialidad.

Transformador de aislamiento. Recopilando la información en las normas (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013), las limitaciones en transformadores de aislamiento se ven reflejados de la siguiente manera:

- Potencia: Para unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía, la potencia máxima que se puede aplicar es de 10 kVA nominales, para mantener los niveles de impedancia óptimos, que no se generen altas corrientes de fuga. Debe utilizarse un solo transformador por cada sala de cirugía.

- Aislamiento: Por lo general, se utilizan transformadores con aislamiento tipo H que puede soportar temperaturas hasta de 150 grados centígrados, a una temperatura ambiente de 40 grados centígrados.

Cable de bajas fugas. Las longitudes de los circuitos ramales derivados de un sistema aislado de tierra, deben ser lo más cortas posibles para evitar que se aumente las corrientes de fuga.

Sistema aislado de tierra. Un sistema aislado de tierra es más eficiente que un sistema normal, con respecto a la seguridad que ofrece contra choques eléctricos, que puedan afectar a una persona que entre en contacto directo con alguna parte energizada del sistema. Sin embargo, la mayor limitación de un sistema aislado de tierra, se ve sujeta a que no pueden ocupar grandes áreas en comparación a las que se logran con los sistemas normales, debido a que los equipos eléctricos que lo componen para su control y lo equipos conectados al mismo, generan las indeseadas corrientes de fuga que limitan el sistema, teniendo en cuenta que el máximo permitido es de 5 mA.

Sistemas aislados de tierra aplicados en salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos

Para el presente análisis, debe tenerse en cuenta que un sistema aislado de tierra aplicado en salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos, tienen la misma estructura descrita en la Fig. 5, la diferencia radica principalmente en la disposición del área hospitalaria en el cual se va a aplicar este tipo de sistema aislado. Así mismo, la ubicación del tablero de aislamiento y los módulos de fuerza y tierra, varían debido a este factor.

Implementación de sistemas aislados de tierra en unidades de cuidados intensivos. Las unidades de cuidados intensivos, son áreas primordiales para mantener

con vida a los pacientes en estado crítico y que deben estar en constante revisión médica.

La Secretaría Distrital de Salud, ha dispuesto algunos requerimientos mínimos con respecto a la conformación arquitectónica de una unidad de cuidados intensivos (UCI) de atención pediátrica (B. Torres, 2010b), donde se muestran las áreas más relevantes (Fig. 6).

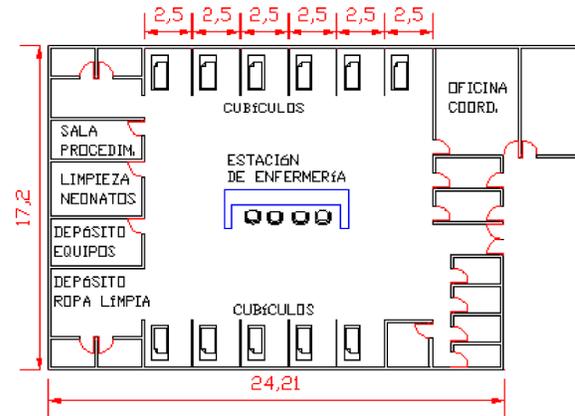


Figura 6. Diagrama unidad de cuidados intensivos estándar (B. Torres, 2010b).

En la Fig. 6, se observa una disposición común de una unidad de cuidados intensivos, ya sea para adultos o para unidades pediátricas, que deben disponer de varios recursos indispensables como instalaciones eléctricas, recurso hídrico, gases de uso medicinal como oxígeno y aire, con el fin de lograr la asistencia médica apropiada a los pacientes vinculados a este tipo de áreas críticas para su recuperación.

Una unidad de cuidados intensivos cuenta con varios cubículos donde se ubican los pacientes, cuya dimensión mínima permitida es de 12 metros cuadrado; una estación de enfermería donde se ubica el punto central de supervisión de toda el área, que cuenta con sistemas de comunicación centralizada que le informan el estado de cada cubículo. En cada uno de estos cubículos, se ubica un cabecero o columna colgante donde se alojan los tomacorrientes pertenecientes a los circuitos ramales del sistema aislado de tierra, tomas de aire, tomas de oxígeno y vacío (Fig. 7). La disposición de colocar las salidas eléctricas y de gases en una sola unidad (columna), se debe a la comodidad de la ubicación de los equipos electromédicos alrededor del paciente, que además, permite que los conectores eléctricos de los equipos no se ubiquen en el suelo, dando mayor espacio periférico a la cama del paciente (Palacio, 2007; Palanca, Sánchez, y Elola, 2010).

Teniendo como referencia el diagrama de la Fig. 5, el tablero general de la unidad de cuidados intensivos, debe estar respaldado por el grupo electrógeno y UPS, que garanticen el suministro de energía de forma continua, a todos los tableros de aislamiento que conforman el sistema



Figura 7. Foto unidad de cuidados intensivos estándar (Amerlife, 2013).

aislado de tierra del área crítica. La ubicación de los tableros de aislamiento se realiza según la disposición arquitectónica de la unidad, aunque en varios casos se ubica un tablero de aislamiento adaptado en cada columna de cada cubículo, lo que permite reducir al máximo las longitudes de los circuitos ramales y por ende, se reducen las corrientes de fuga, además de permitir el control y monitoreo individual de cada cubículo.

Implementación de sistemas aislados de tierra en salas de cirugía. Las salas de cirugía son zonas de instituciones de asistencia médica, donde se realizan intervenciones quirúrgicas, reanimación y anestesia, a pacientes que se encuentran en estado de emergencia por diferentes circunstancias.

Es de vital importancia contar con sistemas aislados de tierra, para garantizar la continuidad del servicio eléctrico, que represente la protección de los pacientes y el personal médico, la protección de los equipos electromédicos del área y la disipación de cargas estáticas que se puedan generar. Para lograr integrar los sistemas aislados de tierra, se debe partir de la organización estructural típica de una sala de cirugía.

Para esto, igual que en el caso de unidades de cuidados intensivos, la Secretaría Distrital de salud ha determinado los requerimientos necesarios que debe tener una estructura básica de una sala de cirugía (Fig. 8).

Según las especificaciones técnicas establecidas, las salas de cirugía deben contar con una altura mínima de 2.8 m, un área mínima útil de 20 metros cuadrados y debe contar con una puerta de vaivén de 1.5 m de ancho como mínimo.

Según el área establecida, se debe asignar la ubicación de toda la instalación eléctrica, que debe cumplir con varios criterios (Fig. 8), (Palacio, 2007; Yapur, Murillo, y Guzmán, 2011).

- Debe contar con un tablero de aislamiento, que a través de sus circuitos derivados se puedan instalar los



Figura 8. Diagrama sala de cirugía estándar (B. Torres, 2010a).

equipos electromédicos en torno al paciente y que están en contacto directo con este. Deben estar instalados lo más cerca o incluso dentro de las salas de cirugía, para reducir las corrientes de fuga y además de contar con indicadores remotos provenientes del monitor de aislamiento de línea que indiquen el estado actual del sistema.

- Debe contar con lámparas ciélticas, que también deben estar protegidas por un sistema aislado de tierra; en ocasiones cada lámpara cuenta con pequeños transformadores de aislamiento.

- La resistencia eléctrica entre el sistema de puesta a tierra y los receptáculos de tierra, debe ser menor a 0.2Ω .

- Debe disponer de varios módulos que contengan receptáculos de tierra conectados equipotencialmente, ubicados de forma radial, para poder conectar las partes conductoras no portadoras de corriente de equipos electromédicos.

- Debe tener varios módulos de fuerza, constituidos por tomacorrientes grado hospitalario, ubicados a una altura mínima de 1.5 m y de forma radial para la conexión de equipos electromédicos (Fig. 9).

Diseño de un sistema aislado de tierra

Teniendo en cuenta el análisis realizado sobre sistemas aislados de tierra, aplicado en instituciones de asistencia médica, con base en las normas (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013), se realiza el diseño de un sistema aislado de tierra con localizador de fallas, que puede ser utilizado en unidades de cuidados intensivos o salas de cirugía, ya que se maneja el mismo principio de seguridad en ambos casos. La diferencia en su aplicación radica en la disposición de equipos electromédicos que se usan en cada una de estas zonas médicas, lo que hace que



Figura 9. Foto sala de cirugía con módulos de fuerza-tierra (Yopal E.S.E, 2014).

cambie la potencia nominal del transformador de aislamiento para la demanda de carga instalada en ambos casos (Acosta, 2007).

Antes de realizar los cálculos correspondientes, debemos tener presente el diagrama unifilar del sistema eléctrico esencial con el que debe estar soportado un sistema aislado de tierra, teniendo como base la disposición dada en la Fig. 5.

El sistema eléctrico esencial cuenta con el suministro de energía eléctrica de la red pública, respaldada por dos o más grupos electrógenos que pueden ser conmutadas por medio de una transferencia automática; seguida de un sistema ininterrumpido de potencia (UPS), respaldada con una o más unidades similares. A continuación de estas unidades de respaldo de energía, se ubica el tablero general de acometidas parciales, que contiene los totalizadores de cada uno de los tableros de aislamiento que componen el ramal crítico de una sala o varias salas de cirugía, o una unidad de cuidados intensivos. Por último, se ubica el tablero de aislamiento que lo conforma el transformador de aislamiento que alimenta cada uno de los dispositivos de control, monitoreo y los circuitos ramales, que alimentan a su vez las cargas esenciales, a través de módulos de fuerza y tierra para el caso de salas de cirugía; y columnas o cabeceros para el caso de unidades de cuidados intensivos (Fig. 10).

Diseño sistema aislado para unidad de cuidados intensivos. A partir de la disposición arquitectónica de la Fig. 6, se aplica el diseño de un sistema aislado de tierra, sobre uno de los cubículos de atención a pacientes en estado crítico. Para tal fin, se deben tener en cuenta los equipos electromédicos comunes en este tipo de áreas, para la posterior realización del cuadro de cargas correspondiente (tabla 14).

Para una disposición de 6 circuitos, cada uno con una protección de 2x20 A y teniendo en cuenta que el factor de demanda es del 100%, la carga total de todos los equipos electromédicos es de 2362 VA (tabla 14), por lo tanto la potencia nominal normalizada del transformador

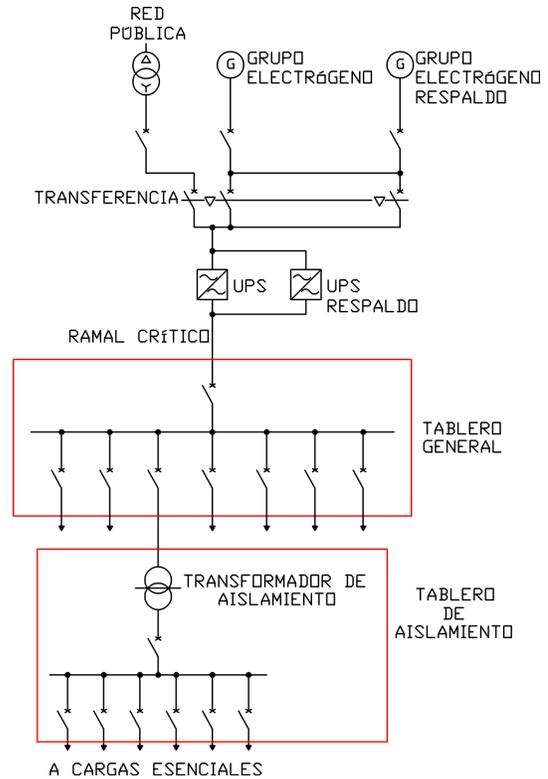


Figura 10. Diagrama unifilar sistema eléctrico esencial.

Tabla 14
Cuadro de cargas cubículo unidad de cuidados intensivos.

Circuito	Descripción	Potencia (VA)	Cantidad	Potencia Total (VA)	Corriente (A)	Protección (A)
1	Monitor signos vitales	240	1	240	2	20
2	Bomba de infusión	120	4	480	2	20
3	Incubadora	270	1	270	2,25	20
4	Ventilador	156	1	156	1,3	20
	Lámpara fototerapia	108	1	108	0,9	
5	Colchón térmico	800	1	800	6,66	20
6	Perfusor	8	1	8	0,06	20
	Computador	150	1	150	1,25	
	Calentador de fluidos	150	1	150	1,25	
Potencia Total				2362		

de aislamiento será de 3 kVA por cubículo. Sin embargo, se debe tener en cuenta la tabla 4 que establece que el transformador de aislamiento debe suministrar el 150% de su capacidad nominal para cargas intermitentes (UPME,

2013), por lo tanto el valor de potencia a tener en cuenta se calcula en la ecuación 1.

$$\begin{aligned} P_t &= P_n * 1,5 \\ P_t &= 3[kVA] * 1,5 \\ P_t &= 4,5[kVA] \end{aligned} \quad (1)$$

Donde

Pt: Potencia total

Pn: Potencia nominal transformador

Teniendo en cuenta este valor, se realizan los cálculos correspondientes para el sistema aislado de tierra, a partir de un transformador de aislamiento tipo H de 208/120 V, frecuencia 60 Hz.

• Cálculos correspondientes al secundario del transformador:

Para una tensión de 120 Vac, la corriente total se calcula en la ecuación 2.

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V} \\ I &= \frac{4500[V\cdot A]}{120[V]} \\ I &= 37,5[A] \end{aligned} \quad (2)$$

Donde

I: Corriente

P: Potencia

V: Tensión

Para una corriente total de 37.5 A, el dispositivo de protección normalizado, para las líneas aisladas 1 y 2, es de 2x40 A y según la tabla 310-16 de la norma (ICONTEC, 1998), para un tipo de aislamiento XHHW-2, sería adecuado utilizar una acometida parcial de 2x10 AWG en cobre que soporta hasta 40 A a 90 grados centígrados y un conductor de tierra 10 AWG THHN/THWN. Además de las protecciones de cada circuito ramal, el sistema debe contar con un monitor de aislamiento y un localizador de fallas, tal como se ha descrito en el análisis de los sistemas aislados, para su constante monitoreo.

• Cálculos correspondientes al primario del transformador:

A partir de la ecuación 2 y para una tensión de 208 Vac, la corriente total se calcula en la ecuación 3.

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V} \\ I &= \frac{4500[V\cdot A]}{208[V]} \\ I &= 21,63[A] \end{aligned} \quad (3)$$

Donde

I: Corriente

P: Potencia

V: Tensión

Para una corriente total de 21.63 A, se puede asignar una protección de 2x30 A y según la tabla 310-16 (ICONTEC, 1998), se puede asignar una acometida de 2x10 AWG THHN/THWN en cobre que soporta hasta 40 A y para la puesta a tierra un conductor eléctrico calibre 10 AWG THHN/THWN, según la tabla 250-95 (ICONTEC, 1998). Según el artículo 215-2 nota 2 (ICONTEC, 1998), se debe tener en cuenta la caída de tensión para poder determinar el calibre de los conductores de la acometida del sistema aislado de tierra de cada cubículo, que es máximo del 3 % y que se puede calcular a partir de la ecuación 4, para una regulación de tensión fase-fase.

$$\Delta V = \frac{2 * \sqrt{3} * Z * L * I}{V} \quad (4)$$

ΔV : Caída de tensión

Z: Impedancia eficaz del cable

L: Longitud acometida

I: Corriente total acometida

V: Tensión nominal

A partir de la ecuación 4 se puede determinar la longitud máxima permisible de la acometida a través de la expresión 5.

$$L = \frac{\Delta V * V}{2 * \sqrt{3} * Z * I} \quad (5)$$

Para nuestro cálculo, la longitud máxima de la acometida 6, se determina con una caída de tensión máxima permitida ΔV del 3 %, una tensión nominal V de 208 V, una corriente I calculada en la expresión 3 de 21.63 A y una impedancia eficaz para el calibre 10 AWG en un tubo conduit de acero, de 3.94 Ω /km, según la tabla 9 del capítulo 9 (ICONTEC, 1998).

$$L = \frac{0,03 * 208[V]}{2 * \sqrt{3} * 3,94 \frac{\Omega}{km} * 21,63[A]} \quad (6)$$

$$L = 0,0211[km]$$

En la Fig. 11 se muestra el diagrama multifilar de un tablero aislado de tierra para cada uno de los cubículos, a partir de los cálculos realizados en el lado primario y en el lado secundario del transformador de aislamiento.

Para la disposición arquitectónica de la Fig. 6, se deben disponer de 11 tableros de aislamiento (uno por cada cubículo) (Fig. 12), cada uno con las mismas técnicas descritas en el diagrama multifilar de la Fig. 11.

Todas las acometidas parciales de cada uno de los tableros de aislamiento se derivan de un tablero general de acometidas (TGA-1) (Fig. 12).

El tablero general de acometidas contiene los 11 totalizadores de cada tablero de aislamiento, de 2x30 A cada uno. El cálculo de la corriente total del tablero general de

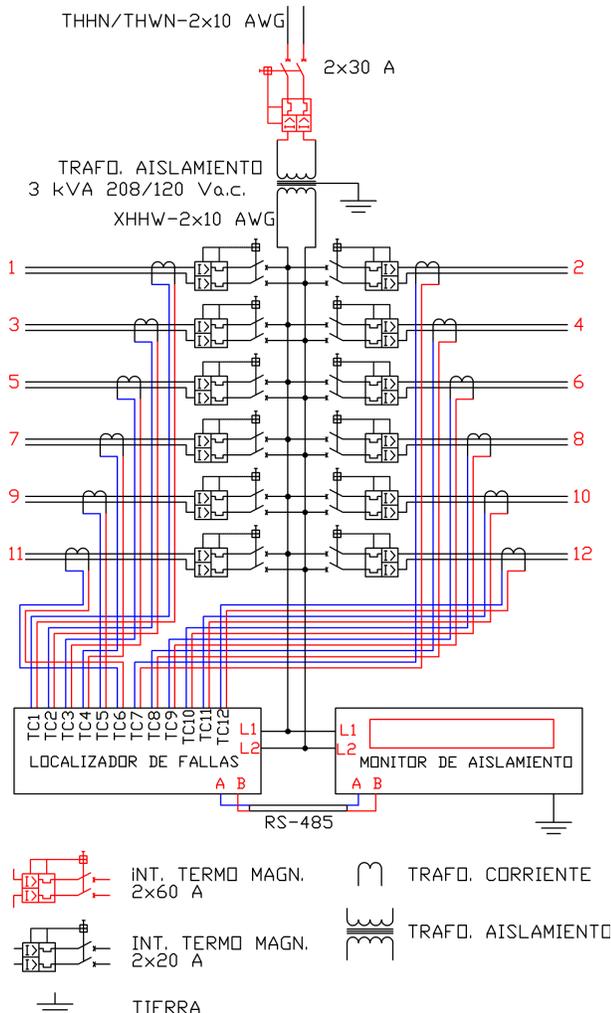


Figura 11. Diagrama multifilar cubículo unidad de cuidados intensivos.

acometidas, se realiza a partir de la suma de cada potencia al 150 % de la nominal por el número de cubículos sobre la tensión nominal para un sistema trifásico 7.

$$I = \frac{(Pn*1.5)*Cubiculos}{Vn*\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{(3[kVA]*1.5)*11}{208[V]*\sqrt{3}}$$

$$I = \frac{49,5[kVA]}{208[V]*\sqrt{3}}$$

$$I = 137,39[kVA]$$

Para una corriente total de 137.39 A, el totalizador general del tablero general de acometidas correspondería a un valor normalizado de 3x160 A.

De la tabla 310-16 (ICONTEC, 1998), se puede asignar una acometida de 3x1/0 AWG THHN/THWN en cobre, con

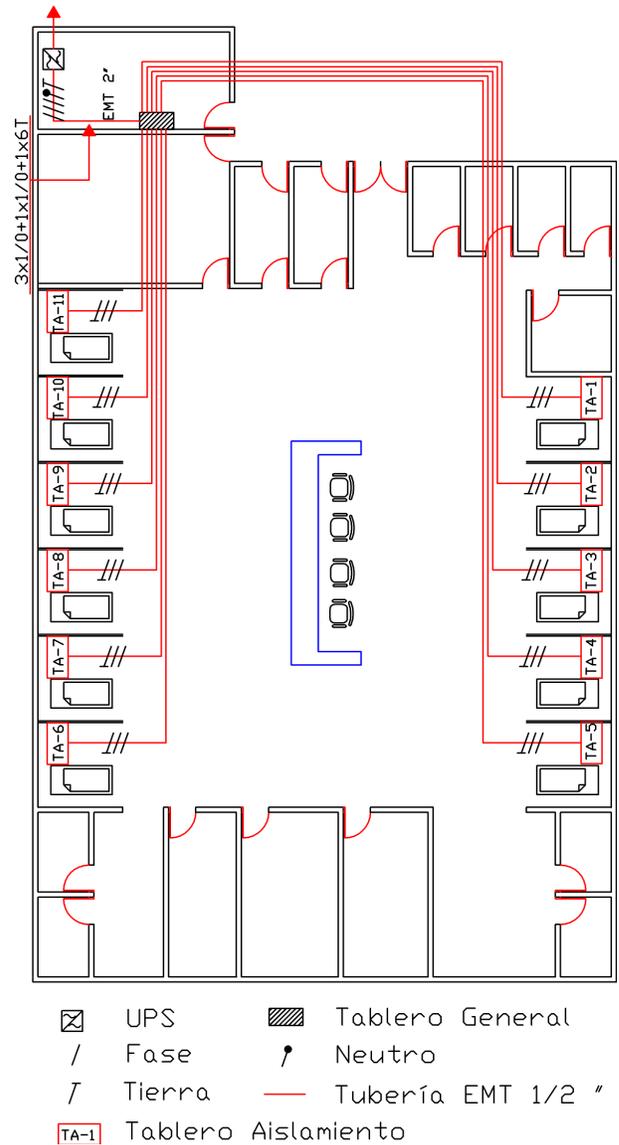


Figura 12. Plano eléctrico unidad de cuidados intensivos.

un conductor de neutro de calibre 1/0 AWG y un conductor de tierra calibre 6 AWG.

Para una potencia aparente de 49.5 kVA ec. 7, se puede asignar un sistema UPS de 65 kVA valor normalizado.

Diseño sistema aislado para sala de cirugía. De igual manera, se realizan los cálculos correspondientes para designar el transformador de aislamiento, para una sala de cirugía con los respectivos equipos electromédicos comunes en este tipo de áreas, tal como se muestran en el cuadro de cargas de la tabla 15.

De la tabla 15, se ha obtenido una potencia aparente total de 5868 VA, por lo tanto se puede asignar un transformador de aislamiento normalizado de 7.5 kVA tipo H de 208/120

Tabla 15

Cuadro de cargas sala de cirugía.

Circuito	Descripción	Potencia (VA)	Cantidad	Potencia Total (VA)	Corriente (A)	Protección (A)
1	Monitor signos vitales	240	1	240	2	20
	Computador	150	1	150	1.25	
	Lámpara de examen	140	1	140	1.16	
2	Bomba de infusión	120	1	120	1	20
	Bomba de infusión	35	2	70	0.58	
	Mesa de cirugía	600	1	600	5	
4	Litotriptor camilla	378	1	378	3.15	20
	Litotriptor control	600	1	600	5	
	Microscopio	210	1	210	1.75	
5	Litotriptor equipo	1200	1	1200	10	20
	Litotriptor monitor	120	1	20	1	
6	Electro-bisturí	1080	1	1080	9	20
	Electro-bisturí	960	1	960	8	
Potencia Total				5868		

Vac, frecuencia 60 Hz. A partir de la ecuación 8, se calcula el 150 % de la potencia nominal.

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_n * 1,5 \\
 P_t &= 7,5[kVA] * 1,5 \\
 P_t &= 11,25[kVA]
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Donde

Pt: Potencia total

Pn: Potencia nominal transformador

• Cálculos correspondientes al secundario del transformador:

Para una tensión de 120 Vac, la corriente total se calcula según la ecuación 9.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P}{V} \\
 I &= \frac{7500[VA]*1,5}{120[V]} \\
 I &= 93,75[A]
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Donde

I: Corriente

P: Potencia

V: Tensión

Para una corriente total de 93.75 A se puede utilizar una protección de 2x100 A y según la tabla 310-16 (ICONTEC, 1998), se puede asignar una acometida de 2x3 AWG XHHW-2 en cobre que soporta hasta 110 A y para la puesta a tierra un conductor eléctrico calibre 8 AWG THHN/THWN según la tabla 250-95 (ICONTEC, 1998).

• Cálculos correspondientes al primario del transformador:

Para una tensión de 208 Vac, la corriente total se calcula en la ecuación 10.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P}{V} \\
 I &= \frac{7500[VA]*1,5}{208[V]} \\
 I &= 54,08[A]
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Para un valor de corriente total de 54.08 A, se puede asignar una protección de 2x60 A y según la tabla 310-16 (ICONTEC, 1998), se puede asignar una acometida de 2x6 AWG THHN/THWN en cobre. Finalmente, para la puesta a tierra, se puede asignar un conductor eléctrico calibre 10 AWG THHN/THWN (ICONTEC, 1998).

A partir de la ecuación 11, se calcula la longitud máxima de la acometida parcial para mantener una caída de tensión máxima del 3 %, para una acometida de 2x6 AWG THHN/THWN, cuya impedancia es de 1.61 Ω/km (ICONTEC, 1998).

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{\Delta V * V}{2 * \sqrt{3} * Z * I} \\
 L &= \frac{0,03 * 208[V]}{2 * \sqrt{3} * 3,94 \frac{\Omega}{km} * 21,63[A]} \\
 L &= 0,0211[km]
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Donde

ΔV: Caída de tensión

Z: Impedancia eficaz del cable

L: Longitud acometida

I: Corriente total acometida

V: Tensión nominal

A partir de los datos obtenidos, se realiza el diagrama multifilar del sistema aislado para una sala de cirugía (Fig. 13).

Para la disposición de una sala de cirugía (Fig. 8), y conforme a los cálculos realizados, se muestra el plano eléctrico correspondiente en la Fig. 14.

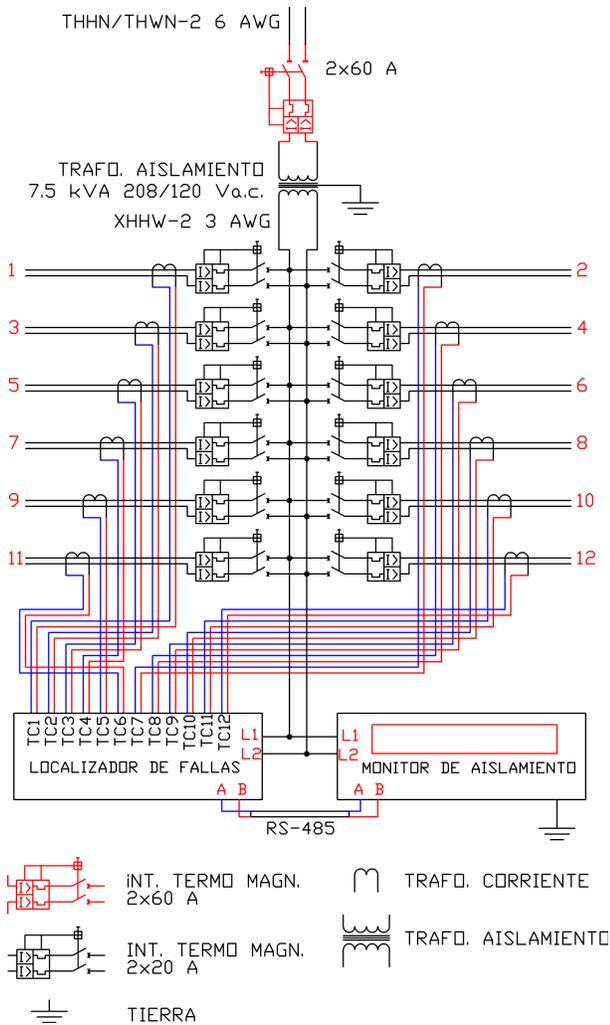


Figura 13. Diagrama multifilar sala de cirugía.

Evaluación de desempeño

A partir del diseño realizado en la sección (Fig. 11), se hace el montaje de un prototipo para la implementación de un sistema aislado de tierra, en el cual se utilizaron los siguientes equipos eléctricos, cuyas características técnicas se muestran a continuación:

- Transformador de aislamiento:
 - Potencia nominal: 3 kVA
 - Tensión nominal: 115/115 Vac
 - Frecuencia: 60 Hz
 - Clase: H
- Monitor de aislamiento de línea:
 - Tensión nominal: 100-240 Vac
 - Frecuencia: 50-60 Hz
 - Potencia nominal: \leq a 22 VA
 - Corriente de fuga THC: 2 mA/5 mA
 - Resistencia interna: \geq 1.5 M Ω

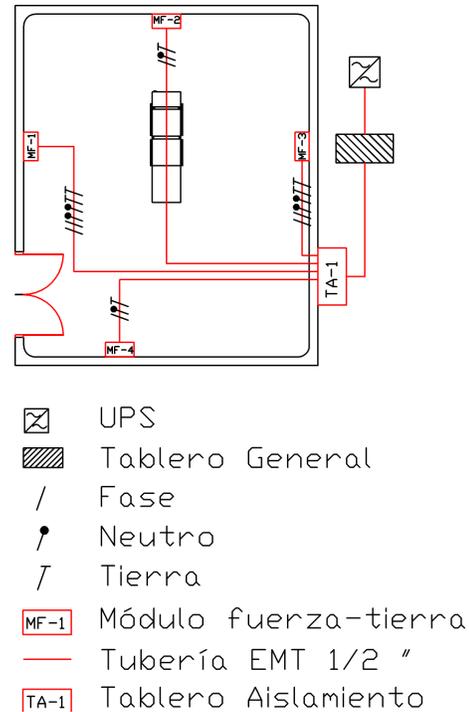


Figura 14. Plano eléctrico sala de cirugía.

- Corriente de fuga: 60/95 μ A
 - Localizador de fallas de aislamiento:
 - Tensión nominal: 100-250 Vac
 - Frecuencia: 42-460 Hz
 - Potencia nominal: \leq a 10 VA
 - Respuesta de localización: 0-24 s
 - Equipo de medición, multímetro Erasmus EMA-300:
 - Medición tensión AC: 0.2V/2V/20V/200V \pm 1.5 %
 - Medición corriente AC: 200 μ A \pm 1.5 %, 2mA/20mA/200mA \pm 1.8 %
 - Medición resistencia: 200 Ω /2k Ω /20k Ω /200k Ω /2M Ω \pm 1.2 %, 20M Ω \pm 2 %

Una vez se ha realizado el montaje eléctrico del prototipo de un sistema aislado de tierra, se realizan las pruebas eléctricas que permiten establecer el correcto funcionamiento del sistema.

Mediciones de resistencia de aislamiento

Después de realizar las pruebas de continuidad de todo el sistema, se realiza la medición de la impedancia entre cada una de las líneas aisladas y tierra, obteniendo los datos consignados en la tabla 16.

Según los datos de la tabla 16, se obtuvieron dos valores de impedancia similares por lo que se puede deducir que el sistema estaría equilibrado.

Pero un dato muy importante a tener en cuenta (tabla 16), es que las impedancias están en el orden de los mega ohmios,

Tabla 16
Valores medidos de impedancia.

Impedancia entre línea 1 y tierra (M Ω)	Impedancia entre línea 2 y tierra (M Ω)
2,184 \pm 0,043	2,183 \pm 0,043

incluso mayor a los 1,2 M Ω (Fig. 4), lo que indica que efectivamente se cuenta con un sistema en el cual las dos líneas L1 y L2 están aisladas del sistema de puesta a tierra.

Pruebas de funcionamiento de alarmas visuales y sonoras de los dispositivos de monitoreo del sistema aislado de tierra:

Una vez se ha energizado el sistema aislado de tierra, se debe comprobar que las señales de emergencia del monitor de aislamiento de línea y el localizador de fallas funcionan correctamente.

Para comprobar su funcionamiento, se realizaron pruebas de cortocircuito, que consisten en realizar una conexión provisional entre alguna de las líneas aisladas y tierra, con el fin de simular una falla. Posteriormente, se verifica si el monitor de aislamiento de línea activa las señales sonora y visual. El monitor cuenta con un display que muestra la línea asociada con la falla, por lo que se debe verificar si se cumple con esta función.

Con respecto al localizador, se debe verificar si el circuito que muestra en su display, coincide con el circuito donde se presenta la falla de aislamiento.

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas se muestran en la tabla 17.

A partir de los datos obtenidos en la tabla 17, se comprobó en cada uno de los circuitos, que los dos dispositivos funcionan correctamente, tanto en condiciones normales como en condiciones de falla en el sistema aislado de tierra.

Prueba de cortocircuito en línea 1

Ahora se realizan las mediciones de tensiones línea-línea y línea-tierra, en condiciones normales y en condiciones de falla.

En primera instancia se realizó la medición de las tensiones L1-L2, L1-tierra y L2-tierra, en condiciones normales y para cada uno de los circuitos (tabla 18).

Como se puede observar, la tensión entre las líneas 1 y 2 se encuentra entre los 122.9 \pm 1.8 Vac y los 126.7 \pm 1.9 Vac, lo que indica que está en un rango aceptable de tensión de salida del transformador de aislamiento, teniendo en cuenta que la tensión nominal es de 115 Vac.

Tabla 17
Prueba indicadores de emergencia.

Círculo	Línea puesta a tierra	Monitor de aislamiento de línea			Localizador de fallas Círculo que presenta la falla
		Indicadores			
		Visual	Sonora	Línea a tierra	
1	L1	Si	Si	L1	1
	L2	Si	Si	L2	1
2	L1	Si	Si	L1	2
	L2	Si	Si	L2	2
3	L1	Si	Si	L1	3
	L2	Si	Si	L2	3
4	L1	Si	Si	L1	4
	L2	Si	Si	L2	4
5	L1	Si	Si	L1	5
	L2	Si	Si	L2	5
6	L1	Si	Si	L1	6
	L2	Si	Si	L2	6
7	L1	Si	Si	L1	7
	L2	Si	Si	L2	7
8	L1	Si	Si	L1	8
	L2	Si	Si	L2	8
9	L1	Si	Si	L1	9
	L2	Si	Si	L2	9
10	L1	Si	Si	L1	10
	L2	Si	Si	L2	10
11	L1	Si	Si	L1	11
	L2	Si	Si	L2	11
12	L1	Si	Si	L1	12
	L2	Si	Si	L2	12

Vemos además que la tensión entre la línea 1 y tierra que oscila entre 55.1 \pm 0.8 Vac y 57.0 \pm 0.9 Vac, es menor que el valor de la tensión entre la línea 2 y tierra, que oscila entre 70.8 \pm 1 Vac y 72.3 \pm 1 Vac. La suma aproximada de las tensiones entre L1-tierra y L2-tierra nos daría un valor aproximado al de la tensión en la fuente (Tensión L1-L2).

Tabla 18
Tensiones en líneas, prueba 1.

Círculo	Tensión L1-L2 (Va.c.)	Tensión L1-Tierra (Va.c.)	Tensión L2-Tierra (Va.c.)
1	123,8 \pm 1,9	55,3 \pm 0,8	72,3 \pm 1
2	123,2 \pm 1,8	55,3 \pm 0,8	71,0 \pm 1
3	123,3 \pm 1,8	55,1 \pm 0,8	71,1 \pm 1
4	123,1 \pm 1,8	55,2 \pm 0,8	70,8 \pm 1
5	122,9 \pm 1,8	55,2 \pm 0,8	71,0 \pm 1
6	123,8 \pm 1,9	55,4 \pm 0,8	71,3 \pm 1
7	126,1 \pm 1,9	56,6 \pm 0,8	72,0 \pm 1
8	125,0 \pm 1,9	56,0 \pm 0,8	71,8 \pm 1
9	125,2 \pm 1,9	56,4 \pm 0,8	71,6 \pm 1
10	126,7 \pm 1,9	56,9 \pm 0,9	72,3 \pm 1
11	126,5 \pm 1,9	57,0 \pm 0,9	72,3 \pm 1
12	125,0 \pm 1,9	56,2 \pm 0,8	71,0 \pm 1

La diferencia entre estas tensiones significaría que el sistema no estaría en equilibrio. Sin embargo, los datos de

impedancia de las líneas a tierra (tabla 16), indican que son similares, por lo tanto el sistema estaría en equilibrio. Pero hay que tener en cuenta, que el monitor de aislamiento vigila cada una de las líneas aisladas a través de una impedancia interna de 1.2 M Ω que está puesta a tierra, que influye dentro del sistema y que puede generar esta diferencia de tensiones tal como se observa en la tabla 18.

Al realizar la prueba de cortocircuito entre la línea 1 y tierra de cada uno de los 12 circuitos, se obtuvieron los datos consignados en la tabla 19.

Tabla 19

Prueba de cortocircuito línea 1.

Circuito	Tensión L1-L2 (Va.c.)	Tensión L1-Tierra (Va.c.)	Tensión L2-Tierra (Va.c.)
1	123,2±1,8	0,003±0	123,9±1,9
2	123,3±1,8	0,003±0	123,2±1,8
3	123,0±1,8	0,003±0	123,0±1,8
4	123,6±1,9	0,003±0	123,5±1,9
5	122,4±1,8	0,003±0	122,7±1,8
6	123,6±1,9	0,003±0	123,6±1,9
7	125,2±1,9	0,003±0	125,2±1,9
8	125,6±1,9	0,003±0	125,4±1,9
9	126,3±1,9	0,003±0	126,2±1,9
10	126,4±1,9	0,003±0	126,1±1,9
11	126,0±1,9	0,003±0	125,8±1,9
12	124,5±1,9	0,004±0	124,4±1,9

Al observar los datos de la tabla 19, al generar un cortocircuito entre la línea 1 y tierra, la tensión entre estos dos puntos es un valor cercano a 0 Vac (tensión L1-tierra), y que la tensión entre L2 y tierra es similar a la de la fuente, es decir a la tensión entre L1 y L2 de 120 Vac.

Estos resultados indican que cuando se presenta una falla entre la línea 1 y tierra, el sistema no se ve vulnerado, ya que sobre la impedancia entre L2 y tierra cae toda la tensión de la fuente, por lo tanto la corriente que fluye es muy baja. A partir de esta prueba, se pudo comprobar la eficiencia del sistema aislado de tierra, cuando se presenta una primera falla, tal como se describió en la sección .

Prueba de cortocircuito en línea 2

Para la ejecución de la siguiente prueba, nuevamente se realizó la medición de tensiones línea a línea y tensiones línea-tierra (tabla 20), obteniendo valores similares a los obtenidos en la tabla 18, manteniéndose la diferencia entre las tensiones de las líneas con respecto a tierra.

Al generar un cortocircuito entre la línea 2 y tierra, para cada uno de los circuitos derivados, la tensión en ambos puntos es cercano a los 0 Vac y la tensión de la fuente (L1-L2) recae sobre la impedancia entre la línea 1 y tierra, logrando así obtener el mismo comportamiento cuando se generó un cortocircuito entre la línea 1 y tierra (tabla 21).

Tabla 20

Tensiones en líneas, prueba 2.

Circuito	Tensión L1-L2 (Va.c.)	Tensión L1-Tierra (Va.c.)	Tensión L2-Tierra (Va.c.)
1	123,1±1,8	55,2±0,8	71,2±1
2	123,4±1,9	55,0±0,8	71,3±1
3	124,7±1,9	55,1±0,8	71,1±1
4	122,7±1,8	55,2±0,8	71,1±1
5	122,1±1,8	54,7±0,8	70,9±1
6	125,2±1,9	55,7±0,8	71,9±1
7	124,4±1,9	56,0±0,8	70,9±1
8	125,3±1,9	56,5±0,8	71,8±1
9	126,4±1,9	56,7±0,9	72,2±1
10	124,7±1,9	56,4±0,8	71,8±1
11	125,2±1,9	56,1±0,8	71,6±1
12	124,3±1,9	56,0±0,8	70,9±1

Tabla 21

Prueba de cortocircuito línea 2.

Circuito	Tensión L1-L2 (Va.c.)	Tensión L1-Tierra (Va.c.)	Tensión L2-Tierra (Va.c.)
1	123,3±1,8	123,2±1,8	0,003±0
2	123,4±1,9	123,1±1,8	0,004±0
3	124,3±1,9	124,6±1,9	0,003±0
4	122,4±1,8	122,4±1,8	0,003±0
5	122,7±1,8	122,6±1,8	0,003±0
6	126,6±1,9	126,6±1,9	0,003±0
7	124,5±1,9	124,5±1,9	0,004±0
8	125,6±1,9	125,6±1,9	0,004±0
9	127,3±1,9	127,2±1,9	0,003±0
10	124,9±1,9	124,8±1,9	0,003±0
11	124,4±1,9	124,2±1,9	0,005±0
12	123,7±1,9	123,7±1,9	0,003±0

Conclusiones

Este artículo presenta un estudio que resume los criterios de diseño de un sistema aislado de tierra con la incorporación de un localizador de fallas, para su uso en unidades de cuidados intensivos y salas de cirugía.

Después de realizar el análisis conceptual y funcional de los sistemas aislados de tierra, se puede determinar que su implementación en áreas críticas de instituciones de asistencia médica, influyen considerablemente en la reducción de los riesgos por corrientes de fuga generadas por equipos electromédicos, a las que puedan estar expuestos pacientes y personal médico. De igual forma, se evidencia importancia vital de contar con sistemas de emergencia que garanticen la continuidad del servicio de energía eléctrica.

Como resultado del análisis de las normas NTC 2050, NFPA 99, IEC 6034-7-710 y el RETIE, con respecto a sistemas aislados de tierra, se puede concluir que para la aplicación de este tipo de sistemas eléctricos en Colombia, sería más conveniente tomar en cuenta los criterios dados por

el RETIE y la IEC 6034-7-710, debido a que establecen unos niveles de tensión no mayores a 250 Vac. Ellos establecen un rango en los niveles de potencia admisible, para el caso específico de salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos. También indican el valor mínimo de resistencia de aislamiento que debe tener el sistema antes de que el monitor de aislamiento genere una alarma, y recalcan la importancia de la implementación de localizadores de falla, contrario a las otras normas que no lo mencionan. Con respecto a los dispositivos de protección, enfatizan en que solo deben actuar cuando se presente un primer fallo y no en condiciones de sobrecarga. Por lo tanto, el RETIE junto con la IEC 6034-7-710 establecen criterios con mayor fundamento que lo establecido por la NTC 2050 y la NFPA 99, que permiten ampliar el margen de seguridad de un sistema aislado, que debe brindar al personal médico y pacientes que integran una institución de asistencia médica.

Por otro lado, al comparar los diferentes dispositivos existentes en el mercado de tres marcas reconocidas (Bender, Schneider y Post Glover), se observa que tanto Bender y Schneider, basados en la norma la IEC 6034-7-710, incluyen el localizador de fallas de aislamiento, mientras que en el caso de Post Glover (basado en la norma NFPA 99) y con base a la información recopilada, no se evidencia la implementación de localización de fallas dentro de un sistema aislado de tierra. Por lo tanto, Bender y Schneider cuentan con varios dispositivos que ofrecen una mayor confiabilidad, mayor seguridad y vigilancia de sistemas aislados de tierra. Es necesario tener presente que se debe evitar la instalación de equipos o elementos que no cumplen con las normas, ya que pueden afectar la estructura del sistema, por lo tanto se hace necesario el desarrollo e implementación de nuevos diseños con estándares de calidad óptimos y de fácil manejo.

Después de haber realizado el diseño de un sistema aislado de tierra, se puede determinar que no se presentan diferencias significativas, entre un sistema aislado aplicado en salas de cirugía y un sistema aislado aplicado en una unidad de cuidados intensivos, ya que sus diferencias radican solo en la potencia nominal en cada uno. Sin embargo, cabe destacar que en ambos casos se debe tener en cuenta factores externos, como por ejemplo el manejo de gases de uso medicinal y la disipación de carga estática, que pueden llegar a ocasionar un incendio, por lo que la altura de los módulos de fuerza en ambos casos es un parámetro que hay que tener en cuenta.

Dentro del diseño del sistema aislado, se tuvo en cuenta el criterio de reducir al máximo las distancias de los circuitos ramales para minimizar las corrientes de fuga que pueda generar el cableado. Esto se logró a partir de una configuración, que permite incluir un tablero de aislamiento para cada cubículo, que conforma la unidad de cuidados intensivos. Todo el conjunto de tableros de aislamiento son controlados por un tablero general y respaldados por una

o varias UPS, y uno o varios grupos electrógenos. Esta configuración permite realizar el control del sistema de forma individual en cada cubículo. En el caso de salas de cirugía, la disposición de los módulos de fuerza requieren que los circuitos ramales sean de mayor longitud, pero no requiere de grandes áreas, por lo tanto, la generación de corrientes de fuga no son críticas y por ende no afectan el sistema aislado de tierra.

El montaje del sistema aislado de tierra a partir del prototipo construido, se caracterizó por pruebas pruebas realizadas que permitieron evidenciar un desempeño satisfactorio en el funcionamiento del sistema aislado, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de lo establecido en (ICONTEC, 1998; IEC, 2002; NFPA, 2005; UPME, 2013). Se resalta que el uso de equipos certificados facilita la puesta en marcha y la solución de fallas de una manera más rápida y precisa, sin dejar de lado que lo fundamental de cualquier instalación eléctrica es garantizar la seguridad y el cuidado de la vida humana. Además, se pudo evidenciar a partir de las pruebas de corto circuito, que a pesar de presentarse una falla a tierra de alguna de las líneas aisladas, el sistema efectivamente cuenta con el respaldo de la impedancia a tierra, de la otra línea que no presenta la falla, por lo que recae en esta última, en un gran porcentaje la tensión de la fuente y por ende la corriente circundante en el sistema es muy baja. Por lo tanto, es notorio el aporte que da el sistema aislado de tierra, a la seguridad de pacientes y personal médico de una institución de asistencia médica.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se puede mejorar la seguridad en instalaciones hospitalarias, concientizando a los directivos, funcionarios públicos y privados, relacionados con el área hospitalaria, mostrándoles la necesidad de adecuar y normalizar las instalaciones existentes, para que cumplan con los requisitos de seguridad eléctrica y continuidad del servicio, ya que diariamente se observa el no cumplimiento de la reglamentación, en gran parte por buscar la economía, pero sin tener en cuenta que una vida humana no se puede reemplazar, por lo tanto, se debería incorporar entidades de control en instalaciones hospitalarias, para que se garantice el correcto uso e instalación de equipos en las salas de cirugía y unidades de cuidados intensivos.

Referencias

- Acosta, J. A. (2007, 4). *Estudio de diseño de las instalaciones eléctricas del hospital san rafael de leticia mediante la aplicación del retie*. On line.
- Amerlife. (2013). Columna para uci adulto-pediátrico amerlife [Manual de software informático].
- Bender. (2011, 04). Hospital grade isolation transformers [Manual de software informático].
- Bender. (2013, 05). Lim 2010 monitor de aislamiento de línea [Manual de software informático].

- Bender Group. (2009). Tableros para hospitales [Manual de software informático].
- Bender Group. (2013, 07). Dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento con función de control e indicación para sistemas eds [Manual de software informático].
- Castro, P., y Hernandez, C. (2009). *Especificaciones y construcción de transformadores de aislamiento*. On line.
- Condumex Cables. (2014, 10). Construcción e industria - cables de baja tensión para la construcción - forrado baja tensión [Manual de software informático].
- Electric, S. (2005). Square d, sistemas de aislamiento para hospitales [Manual de software informático].
- Garnica, J. (2011). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas hospitalarias*.
- Harper, G. E. (2004). *El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos* (M. D. Limusa, Ed.). Grupo Noriega.
- Huertas, A. Y. (2010). *Guía de seguridad eléctrica para ambientes hospitalarios*. On line.
- ICONTEC. (1998, 11). *Código eléctrico colombiano ntc 2050* (n.º 2050).
- IEC. (2002). *Requirements for special intallations or locations - medical locations iec 6034-7-710* (n.º 6034-7-710).
- Kris-Tech Wire. (2014). *Xhhw-2*. Online.
- Link, P. L. (2014, Marzo). Isolated power system training (Manual de software informático n.º 02).
- Martín, H. H. V. (2006). *Criterios de diseño en instalaciones eléctricas hospitalarias*.
- NFPA. (2005). *Health care facilities nfpa 99* (n.º 99). On line.
- Palacio, D. (2007). *Proyecto de resolución 2008 - requisitos mínimos de infraestructura hospitalaria* (Inf. Téc.). Ministeriode la Protección Social.
- Palacios, C. B. N. (2006, 9). *Análisis de la seguridad eléctrica en áreas críticas del hospital nacional zacamil*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/123456789/368>
- Palanca, I., Sánchez, A., y Elola, J. (2010). *Unidad de cuidados intensivos estándares y recomendaciones* (Inf. Téc.). Ministerio de Sanidad y Política Social.
- PG Life Link. (2013a). Instructivo de instalación y mantenimiento [Manual de software informático].
- PG Life Link. (2013b, 01). Mark v line isolation monitor instruction manual [Manual de software informático].
- Pinzón, J. V. (2010). *Manual de procedimientos en seguridad eléctrica para el laboratorio de instrumentación biomédica*. Tesis de Master no publicada, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Puentes, E. C. C., y Girón, A. L. N. (2009). *Análisis y evaluación de seguridad eléctrica en las Áreas de quirófanos, unidad de cuidados intensivos y consulta externa de la clínica rafael uribe uribe*. On line.
- Schneider. (2014, 02). Monitor de aislamiento de línea iso-gard serie 6 [Manual de software informático].
- Soler, C. (2011, 9). Instalaciones eléctricas para uso hospitalario. En *Congreso técnico de biel light - building 2011* (p. 1-8).
- Torres, B. (2010a). Manual guía para el diseño arquitectónico servicio de cirugía [Manual de software informático].
- Torres, B. (2010b). Manual para el diseño arquitectónico de unidades de cuidados intensivos e intermedios [Manual de software informático].
- Torres, L. (2001). *Tratado de anestesia y reanimación* (1.ª ed., Vol. 2; E. A. E. Madrid, Ed.). Grupo Arán.
- UPME. (2013, 10). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas retie*.
- Van Vugt, P., Bijman, R., Timens, R., y Leferink, F. (2013, Sept). *Impact of grounding and filtering on power insulation monitoring in insulated terrestrial power networks*.
- Veneziano, W., y Assis, A. (2014, April). *Analysis of the power infrastructure that supplies the intensive care unit of a hospital in mato grosso do sul (brazil)*.
- Yapur, M., Murillo, E., y Guzmán, N. (2011). *Criterios para la implementación eléctrica de un quirófano integrado o inteligente*. On line.
- Yopal E.S.E, H. de. (2014). *Adecuación salas de cirugía*. On line. Retrieved from <http://www.hospitaldeyopal.gov.co/es/otras-secciones/item-otras-secciones/16459-items-otras-secciones>

Diseño y evaluación de un sistema domótico para seguridad en viviendas bajo el estándar IEEE 802.15.4/Zigbee

Design and evaluation of a home automation system for security in homes under the IEEE 802.15.4/Zigbee standard

Diana Marcela Paez P.
Colegio Gimnasio Campestre Santa Sofia
dianamarcelajulieta@hotmail.com

El presente artículo documenta un proyecto de investigación cuyo objetivo es el de acercar la tecnología ZigBee al alcance de las aplicaciones pertinentes, de bajo costo, altas prestaciones y al alcance del usuario medio. En particular, se busca la evaluación de viabilidad técnica en los sistemas domóticos, más específicamente los sistemas domóticos en el área de seguridad del hogar.

Palabras clave: Comunicación, control, domótica, red, seguridad

This paper documents a research project whose goal is to bring the ZigBee technology available to the relevant applications, low cost, high quality and accessible to the average user. In particular, the assessment of technical feasibility in home automation systems, specifically in the area of home security is sought.

Keywords: Communication, control, home automation, network, security

Introducción

La domótica se refiere a una casa automática o también llamada una casa inteligente, en la cual los elementos o dispositivos están integrados mediante una red (Langhammer y Kays, 2012). Estos dispositivos están controlados para realizar acciones cuando han detectado cambio en su ambiente. Los diferentes elementos de control del sistema domótico deben intercambiar información unos con otros a través de un soporte físico, bien puede ser par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radiofrecuencia, infrarrojos, etc.

Existen diferentes protocolos que permiten el envío de información entre los dispositivos que se desean comunicar

en la red domótica. Uno de ellos es el estándar IEEE 1394. Este es un estándar multiplataforma y bidireccional, es decir, funciona para entrada y salida de datos en serie a gran velocidad. Se utiliza para la interconexión de dispositivos digitales, cámaras, videocámara al computador entre otros. Posee un ancho de banda de 400 Mbps. También existe el estándar IEEE. 802.15.1 Bluetooth, este es un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radio frecuencia. Los principales objetivos de esta norma es facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos; elimina cables conectores entre los dispositivos para lograr una mejor adaptabilidad. Adicional a ello, permite crear pequeñas redes inalámbricas entre computadores.

En cuanto a antecedentes relevantes a esta investigación se puede mencionar el estudio que realizaron Ferreas y López (Ferreas y López, 2005). Allí se muestra el estado de la domótica en diferentes países, como España y Estados Unidos, que son los lugares donde ha tenido mayor aceptación. Este documento entrega un detallado estudio de las tecnologías para el control y automatización aplicables en este campo, como; como X-10, CEBUS, EIBus, EHS, BatiBUS, SCP, BACnet, HAVi, Jini, UpnP, HAPI, mostrando las ventajas y desventajas de cada una.

Fecha recepción del manuscrito: Agosto 29, 2014
Fecha aceptación del manuscrito: Septiembre 22, 2014

Diana Marcela Paez P., Colegio Gimnasio Campestre Santa Sofia

Esta investigación fue financiada por: Universidad Pedagógica Nacional.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Diana Marcela Paez P. Email: dianamarcelajulieta@hotmail.com

La información detallada de los estándares aplicables a un sistema domótico es muy escasa, en trabajo de Sarmiento (Sarmiento, 2009) se detalla el estado del arte del estándar IEEE 802.15.4/Zigbee aplicado a la domótica en Colombia. Se encuentra como aporte la eficiencia y pertinencia del estándar, ya que identifica los competidores de Zigbee en el mercado y realiza una comparación con otros protocolos inalámbricos, en donde se observa que el estándar inalámbrico ZigBee se caracteriza por su baja complejidad y reducidos recursos de operación haciéndolo pertinente para efectos de domótica.

El aporte que da la investigación desarrollada por Henao (Henao, 2006) es pertinente para desarrollar proyectos de aplicación de la domótica, ya que realiza un estudio y análisis minucioso de la información existente sobre domótica, obtenida desde Internet hasta empresas fabricantes. En este documento se realiza un compendio sobre el hardware y el software domótico donde ilustra en forma completa el funcionamiento de los sistemas actuales, lo que permite ser una herramienta de apoyo para la implementación de aplicaciones domóticas. Este trabajo es una fuente de información integral, sirve para el desarrollo de sistemas completos de aplicaciones domóticas y del control para automatizar procesos, entrega información acertada acerca de los componentes de las instalaciones domóticas, como sensores acondicionadores de señal, transmisores, actuadores, unidades de control y software de control existentes, entrega una comparación de los estándares y protocolos domóticos, mostrando ventajas y desventajas.

En cuanto a un sistema domótico, Quiroga (Quiroga, 2009) diseña un proyecto domótico de bajo costo, rápida implementación y fácil crecimiento teniendo en cuenta características económicas, operativas y estructurales. Este trabajo está orientado a garantizarle al usuario seguridad, ahorro en el consumo de recursos no renovables y acceso remoto a su hogar. En él se diseñó la red bajo el protocolo Z-wave inalámbrico, que trabaja por ondas de radio y es destinado para la comunicación entre los dispositivos eléctricos de su red. Se encuentran aportes orientados al procesamiento y tratamiento de la información que los sensores obtienen.

En Selas, Sánchez y Muñoz (Selas, Sanchez, y Muñoz, 2005) se muestra que una de las principales cualidades que tendrán las casas inteligentes será la de interactuar con el entorno. De esta forma se podrán auto programar riegos según lo que haya llovido, ajustar la temperatura de la casa conforme a la temperatura exterior, etc. Dejan saber la importancia de una base de datos específica, para poder deducir nuevo conocimiento partiendo del ya experimentado.

En Bautista (Valerio, 2005) se profundiza en aspectos concretos de la distribución y servicios que debe tener una casa domotizada, dando a conocer en detalle las ventajas y desventajas que pueden aportar las diferentes

automatizaciones del hogar. Este documento detalla las generalidades que debe tener los dispositivos necesarios para la domotización. Indica claramente el equipamiento domótico que se debe tener en cuenta para el diseño de este sistema, indica las posibilidades de la red, esclareciendo los diferentes medios de comunicación que pueden utilizarse, adicional a ello, establece las ventajas de implementar el sistema domótico en una casa existente o una que se ha diseñado con antelación para los efectos de la domotización.

En (Paz, Alarcon, y Laverde, 2006) se pretende aprovechar el tendido de distribución eléctrica para crear una red domótica que ofrezca facilidades de acceso, ahorro de energía, y calidad de servicio. Este proceso está basado en la transmisión de datos por el tendido eléctrico como canal de transmisión. Lo más importante de este documento es la claridad que se realiza en cuanto a la transmisión de datos por este canal, debido a sus características, este artículo ofrece una clara conclusión, distinguir los dispositivos esclavos y controladores dentro de la red. Este documento enfatiza en los aspectos de control de errores de la línea de transmisión, así como el direccionamiento de los datos.

Finalmente, en (Gordillo y Trujillo, 2009) se esclarecen los inconvenientes que tiene el sistema en el caso en el que existan muchos obstáculos o la distancia de transmisión sea muy larga, dado los resultados, este proyecto analiza la utilización de ZigBee en sistemas de vigilancia y en la forma de integrarse con redes de mayor velocidad como Ethernet. Como consecuencia de este análisis se proponen dos alternativas en el diseño de esta, una parte hardware y otra de software que permite el trabajo simultáneo con ZigBee e IP, muy acertado para el desarrollo de este proyecto.

Para el diseño propuesto aquí de red domótica se opta por el uso de los módulos de transmisión inalámbrica Xbee, que trabajan bajo el estándar IEEE 802.15.4, para el envío de información entre los dispositivos controladores, teniendo en cuenta que la implementación del sistema domótico tenga la mejor adaptación a la aplicación, que es el área de seguridad del hogar. La evaluación de desempeño de dicho esquema será valorada sobre un prototipo a escala de laboratorio. En él se demuestra la eficacia de las estructuras de control propuestas. Los resultados alcanzados son comparados con soluciones convencionales y otras optimizadas y reportadas en investigaciones recientes.

Metodología

Requerimientos en aplicaciones de seguridad

Todos los sistemas domóticos necesitan dos partes fundamentales para su correcto funcionamiento, el hardware y el software. En cuanto al hardware, las aplicaciones de seguridad, tienen como requerimientos, alarmas y sistemas de seguridad, estos tienen como fin proteger los inmuebles, los bienes y a sus ocupantes, en estos sistemas

se incluyen alarmas de intrusión, encargados de detectar movimiento, presencia y presión, alarmas técnicas, que tienen como función verificar la presencia de incendios, humo, inundaciones, gas, fallo de suministro eléctrico o fallo de la línea telefónica, finalmente alarmas personales y video vigilancia permanente en la vivienda. Los sistemas domóticos también posee detectores, este tipo de sensores monitorean el entorno y detectan cambios o anomalías (movimiento, presencia, presión, apertura de puertas y ventanas, presencia de agua, gas, humo, fuego, etc.) que transmite al sistema central.

En cuanto al software, los sistemas domóticos requieren programas que permiten la toma de decisiones, normalmente los sistemas domóticos tienen un controlador, el cual controla todo el sistema según su programación y de acuerdo a la señal que recibe, genera comunicación al exterior, determinando acciones sobre el resto del hardware.

Todo sistema domótico tiene un medio de transmisión, este es la infraestructura que transporta la información entre los distintos dispositivos del sistema de seguridad por un cableado propio, por la redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica.

Debe existir una interface, la cual se refiere a los dispositivos y sus distintos formatos en los que se muestra la información del sistema para los usuarios (o para otros sistemas) y a través de los cuales se puede interactuar con el sistema (botones, teclados, voz, web, móvil, etc.).

Características de los medios de transmisión existentes

En el envío de datos de los dispositivos de los sistemas domóticos, se pueden utilizar dos tecnologías si las diferenciamos por el medio físico por el cual transmitimos las señales, bien pueden ser cableadas o inalámbricas, la primera utiliza un medio físico (cable) entre los dispositivos, la segunda no necesita cable para transmitir la señal entre los dispositivos.

Tecnologías cableadas. Dentro de las tecnologías cableadas para transmitir la señal, según el cable que se utilice, se puede hablar de dos tipos; cable dedicado, el cual implica realizar una acometida de cable nueva, y la segunda es la de cable compartido, la cual aprovecha el cable que hay distribuido por la vivienda. A continuación se presentan características de las posibles soluciones dentro de las tecnologías cableadas.

- IEEE 1394 cable dedicado

Es un estándar multiplataforma, es bidireccional es decir funciona para entrada y salida de datos en serie a gran velocidad. Se utiliza para la interconexión de dispositivos digitales, cámaras, videocámara al computador. Este posee una velocidad apropiada para este tipo de aplicaciones. Posee un ancho de banda de 400 Mbps.

- USB cable dedicado

Universal Serial Bus (bus universal en serie), este estándar incluye la transmisión de energía eléctrica al dispositivo conectado. El cable USB soporta cuatro velocidades de transferencia de datos; Baja Velocidad (1.0), Velocidad Completa (1.1), Alta Velocidad (2.0), Súper Velocidad (3.0).

Ventajas

- Montaje y configuración sencillo
- Ideal para la conexión de todo tipo de dispositivos a un PC o similar.
- Tecnología asequible en cuanto a precio.

Desventajas

- Necesita un host que controle la conexión.
- Distancia de transmisión entre dispositivos limitadas.
 - ETHERNET cable dedicado

Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos modelo OSI. Ethernet se refiere a las redes de área local y dispositivos bajo el estándar IEEE 802.3 que define el protocolo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - Acceso múltiple con escucha de portadora y Detección de Colisiones).

Ventajas

- Tecnología de red doméstica más rápida
- Sumamente segura
- Fácil de mantener después de la instalación

Desventajas

- La instalación de cableado red y dispositivos de red puede resultar costosa

Tecnologías inalámbricas. Dentro de las tecnologías inalámbricas se presentan tres categorías organizadas por la distancia que abarcan, la primera y que es objeto de estudio principalmente de este proyecto son las WPAN (wireless personal área network), la segunda son las WLAN (wireless local área network) y la tercera WMAN (*wireless metropolitan área network*), a continuación se describe cada una de estas tecnologías sus características ventajas y desventajas.

1. WPAN

Las redes inalámbricas de área personal por sus siglas en ingles, wireless personal área, cubren distancias del orden de 10 metros a la redonda, este tipo de conexiones no requiere altos índices de transmisión de datos y generalmente tienen un bajo consumo de potencia, para satisfacer las diferentes necesidades de comunicación dentro de un área personal. La IEEE divide grupos de trabajos encargados del desarrollo de los estándares, en estos grupos se encuentran IEEE. 802.15.1 Bluetooth, IEEE 802.15.3 Wimedia Alliance, IEEE. 802.15.4 ZigBee, y otras tecnologías propietarias como Z-WAVE.

- IEEE. 802.15.1 Bluetooth

Este es un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radio frecuencia. Los principales objetivos que pretende conseguir esta norma es

facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos, éste elimina cables conectores entre los dispositivos para lograr una mejor adaptabilidad, adicional a ello permite crear pequeñas redes inalámbricas entre computadores.

Ventajas

- No se utiliza cables para la transmisión de datos.
- Protocolo estandarizado.
- Intercambio de voz y de datos.

Desventajas

- La velocidad de transmisión es muy lenta para transferencia de archivos muy pesados.
- Limitado radio de acción.
- Alto consumo de energía de la batería cuando se encuentra en el modo visible.
- IEEE 802.15.3 Wimedia Alliance

UWB por sus siglas en ingles *ultra-wide-band*, este usa un ancho muy alto de banda del espectro de RF para transmitir información, esta tecnología de radio utiliza un ancho de banda mayor de 500 MHz . Por lo tanto, UWB es capaz de transmitir más información en menos tiempo que las tecnologías anteriormente citadas. UWB puede usar frecuencias que van desde 3.1 GHz hasta 10.6 GHz: una banda de más de 7 GHz de anchura. Cada canal de radio tiene una anchura de más de 500 Mhz, dependiendo de su frecuencia central.

Ventajas

- Mientras que Bluetooth, WiFi, teléfonos inalámbricos y demás dispositivos de radiofrecuencia están limitadas a frecuencias sin licencia en los 900 MHz, 2.4 GHz y 5.1 GHz, UWB hace uso de un espectro de frecuencia recientemente legalizado.
- Wimedia esta diseñado para soportar una variedad de aplicaciones utilizando diferentes protocolos inalámbricos incluyendo, Wireless USB (480 Mbps), Bluetooth technology Wireless 1394a (400 Mbps), Adaptation Layer (PAL), Wireless IP.
- IEEE. 802.15.4 Zigbee

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel para su utilización con radios digitales de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. Como lo es la domótica la cual utiliza un bajo consumo y el sistema es de comunicaciones es radio frecuencia .

Ventajas

- Ideal para conexiones punto a punto y punto a multipunto.
- Diseñado para el direccionamiento de información y el refrescamiento de la red.
- Opera en la banda libre de ISM 2.4 Ghz para conexiones inalámbricas.

- Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.
- Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.
- Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.
- Bajo ciclo de trabajo - Proporciona larga duración de la batería.
- Soporte para múltiples topologías de red: Estática, dinámica, estrella y malla.
- Hasta 65.000 nodos en una red.
- 128-bit AES de cifrado.
- Provee conexiones seguras entre dispositivos:

Desventajas

- La tasa de transferencia es muy baja.
- Solo manipula transmisión de datos cortos comparados con otras tecnologías.
- Zigbee trabaja de manera que no puede ser compatible con bluetooth en todos sus aspectos porque no llegan a tener las mismas tasas de transferencia, ni la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.
- Z-WAVE

Z-Wave es un protocolo inalámbrico por ondas de radio destinado para la comunicación entre dispositivos domésticos eléctricos. Sirve para crear una red única con los equipos eléctricos como; termostatos, alarmas, ordenadores, teléfonos, aire acondicionado y el manejo de las ventanas eléctricas y persianas. A la red se pueden conectar todos los dispositivos eléctricos que tengan el módulo del sistema Z-Wave.

2. WLAN

Son redes de área local inalámbrica, estas tiene una cobertura de 100 metros al aire libre, para que los dispositivos de esta red se puedan comunicar existen una serie de protocolos 802.11.x o WI-FI, que definen las características de una red de área local inalámbrica, estos permiten tener redes de alta velocidad de 11 mbps a 600 mbps. La información es enviada por RF, que dependiendo del estándar opera en la banda de los 2.4 ó 5 Ghz. Wi-Fi se creó para ser utilizada en redes locales inalámbricas, pero es frecuente que en la actualidad también se utilice para acceder a Internet.

Alternativas de solución propuestas

La solución propuesta para la implementación del sistema domótico, se desarrolla con los módulos Xbee con protocolo de comunicación 802.15.4 fabricados por Maxstream, los módulos XBee son módulos de radio frecuencia que trabajan en la banda de 2.4 GHz. La siguiente Fig. 1 se muestra los módulos existentes.

Circuito básico para el Xbee. En la Fig. 2, se muestran las conexiones mínimas que necesita el módulo Xbee para poder ser utilizado. Posteriormente, se configura según el modo de operación dependiendo la aplicación.

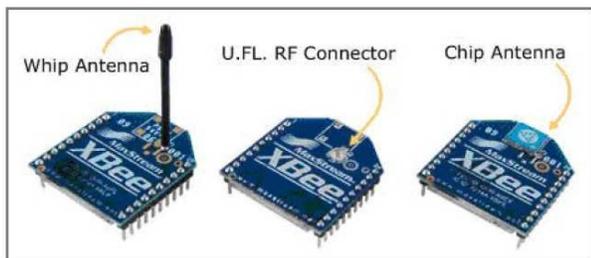


Figura 1. Módulos RF Xbee (catalogo MaxStream TM).

El módulo requiere una alimentación desde 2.8 a 3.4 V, la conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos por medio del UART (Txd y Rxd) para comunicarse con un microcontrolador, o directamente a un puerto serial utilizando algún convertidor adecuado para los niveles de voltaje. Para el desarrollo del proyecto, el modulo se comunica con el microcontrolador PIC 16F877A de Microchip y el microcontrolador MC9S08QGB de Freescale, en diferentes circuitos del sistema, pero en realidad se puede utilizar cualquier microcontrolador que utilice el RS232. Los módulos se adaptan a cualquier microcontrolador siempre y cuando utilice el puerto serial.

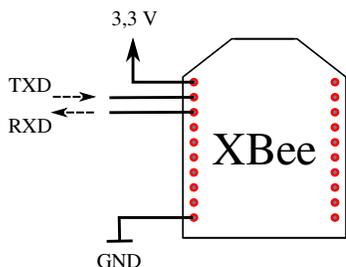


Figura 2. Conexiones mínimas requeridas para el Xbee.

Como anteriormente se mencionaba, después de realizar las conexiones mínimas con las que funciona el módulo se debe determinar el modo de operación. Los módulos Xbee pueden operar en los siguientes cinco modos:

Modo recibir/transmitir. Se encuentra en estos modos cuando al módulo le llega algún paquete RF a través de la antena (modo Receive) o cuando se manda información serial al buffer del pin 3 (UART Data in) que luego será transmitida (modo Transmit). La información transmitida puede ser Directa o Indirecta. En el modo directo la información se envía inmediatamente a la dirección de destino. En el modo Indirecto la información es retenida durante un período de tiempo y es enviada sólo cuando la dirección de destino la solicita.

Modo de bajo consumo (Sleep Mode). El modo de bajo consumo, hace posible que el módulo RF entre en un modo de bajo consumo de energía cuando no se encuentra en uso. Para poder entrar en el sleep mode, se debe cumplir una de las siguientes condiciones:

Sleep RQ (pin 9) está en alto y el módulo está en pin sleep mode ($SM = 1, 2$ o 5)

El módulo está en reposo (no hay transmisión ni recepción de datos) por la cantidad de tiempo definido por ST (Time before Sleep, ST sólo está activado cuando $SM = 4, 5$).

Modo de comando. Este modo permite ingresar comandos AT al módulo Xbee, para configurar, ajustar o modificar parámetros. Permite ajustar parámetros como la dirección propia o la de destino, así como su modo de operación entre otras cosas. Para poder ingresar los comandos AT se utiliza el Hyperterminal de Windows, el programa X-CTU o algún microcontrolador que maneje UART y tenga los comandos guardados en memoria o los adquiera de alguna otra forma.

Para ingresar a este modo se debe esperar un tiempo dado por el comando GT (Guard Time, por defecto $ATGT=0x3E84$ que equivalen a 1000 ms) luego ingresar +++ y luego esperar otro tiempo GT. Como respuesta el módulo entregará un OK. El módulo Xbee viene por defecto con una velocidad de 9600 baudios. En caso de no poder ingresar al modo de comandos, es posible que sea debido a la diferencia de velocidades entre el módulo y la interfaz que se comunica vía serial. En la Fig. 3 se observa la sintaxis de un comando AT. Luego de ingresar a este modo, se debe ingresar el comando deseado para ajustar los parámetros del módulo Xbee.

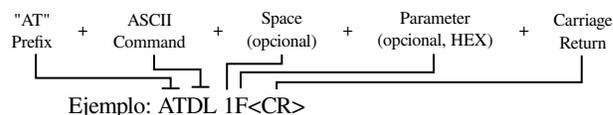


Figura 3. Ejemplo comando AT.

Modo transparente. En este modo todo lo que ingresa por el pin 3 (Data in), es guardado en el buffer de entrada y luego transmitido y todo lo que ingresa como paquete RF, es guardado en el buffer de salida y luego enviado por el pin 2 (Data out). El modo Transparente viene por defecto en los módulos Xbee. Este modo está destinado principalmente a la comunicación punto a punto, donde no es necesario ningún tipo de control. También se usa para reemplazar alguna conexión serial por cable, ya que es la configuración más sencilla posible y no requiere una mayor configuración.

En este modo, la información es recibida por el pin 3 del módulo Xbee, y guardada en el buffer de entrada. Dependiendo de cómo se configure el comando RO, se puede transmitir la información apenas llegue un carácter ($RO=0$) o después de un tiempo dado sin recibir ningún carácter serial por el pin 3. En ese momento, se toma lo que se tenga en el buffer de entrada, se empaqueta, es decir, se integra a un paquete RF, y se transmite. Otra condición que puede cumplirse para la transmisión es cuando el buffer de entrada se llena, esto es, más de 100 bytes de información.

Modo de conexión transparente. Esta es la conexión que viene por defecto y es la más sencilla forma de configurar el módem. Básicamente todo lo que pasa por el puerto UART (DIN, pin 3), es enviado al módulo deseado, y lo que llega al módulo, es enviado devuelta por el mismo puerto UART (DOUT, pin2).

Existen básicamente tres tipos de conexión transparente. La diferencia principal radica en el número de nodos o puntos de acceso, y la forma en que éstos interactúan entre sí.

1. Punto a Punto: Es la conexión ideal para remplazar comunicación serial por un cable. Sólo se debe configurar la dirección. Para ello se utilizan los comandos MY y el DL. La idea, es que se define arbitrariamente una dirección para un módulo, usando el comando MY, el cual se va a comunicar con otro que tiene la dirección DL, también definida arbitrariamente. Con esto cada módulo define su dirección con MY, y escribe la dirección del módulo al cual se desea conectar usando DL. En este modo, el módulo receptor del mensaje envía un paquete al módulo de origen llamado ACK (viene de Acknowledge) que indica que el mensaje se recibió correctamente.

2. Punto a Multipunto: Esta conexión, permite prestaciones extras. Se diferencia del Broadcast, en que permite transmitir información, desde la entrada serial de un módulo (DIN, pin 3) a uno o varios módulos conectados a la misma red de manera más controlada, ya que se necesitan las direcciones de los otros módulos, por lo que existe mayor seguridad. Para esto se necesitan dos comandos más aparte de MY y DL. Se utilizará el direccionamiento de 16 bits. El primer comando es el ID de la PAN (Personal Area Network- Red de Área Personal). Todos los módulos que tengan idéntico PAN ID, pertenecerán a la misma red. El comando para configurar este valor es ID, es decir, ATID, y su rango va entre 0x0 y 0xFFFF. El otro comando corresponde al canal por el cual se va a comunicar. Se disponen de 16 canales según el protocolo IEEE 802.15.4. Esta norma indica que entre cada canal, deben existir 5 MHz de diferencia, partiendo de la frecuencia base 2.405 GHz, se llegan hasta los 2.480 GHz.

3. Broadcast: Esta configuración permite el envío de información desde un nodo a varios nodos en una misma red. La información recibida es la misma para todos los nodos. Para configurar los módulos, es necesario ajustarlos con la dirección de Broadcast. Cualquier módulo que reciba un paquete con una dirección de destino de Broadcast será aceptado. La dirección de Broadcast es:

DL=0x0000FFFF

DH=0x00000000

Esta dirección debe ser configurada en todos los nodos de la red, ya sea que estén en direccionamiento de 16 o 64 bits. Así se debe ingresar ATDH0 y ATDL0000FFFF en todos los módulos para que el modo broadcast esté habilitado.

Modo de operación API. Este modo es más complejo, pero permite el uso de frames con cabeceras que aseguran la entrega de los datos, al estilo TCP. Cuando el módulo XBEE se encuentra en este modo, toda la información que entra y sale, es empaquetada en frames, que definen operaciones y eventos dentro del módulo. Así, un Frame de Transmisión de Información (información recibida por el pin 3 o DIN) incluye: Frame de información RF transmitida, Frame de comandos (equivalente a comandos AT). Mientras que un Frame de Recepción de Información incluye: Frame de información RF recibida, comando de respuesta y notificaciones de eventos como Reset, Associate y Disassociate.

Idle. Cuando el módulo no se está en ninguno de los otros modos, se encuentra en éste. Es decir, si no está ni transmitiendo ni recibiendo, ni ahorrando energía ni en el modo de comandos, entonces se dice que se encuentra en un estado al que se le llama IDLE.

Diseño del sistema prototipo

Es un sistema de seguridad electrónico controlado de forma inalámbrica; se compone de un *hardware* y de un *software*, los componentes del *hardware* que se utilizaron para el prototipo son los siguientes: sensor de movimiento referencia Lx28, este necesita una fuente de alimentación de 100v/AC-115v/AC, frecuencia de trabajo de 60 Hz y tiene un ángulo de detección de 360°, la temperatura de trabajo debe ser menor de 40°C y la distancia de detección es de 12 metros. La distancia de detección puede ser ajustada de acuerdo a la posición de montaje y campo de detección requerido. En la siguiente Fig. 4 se muestra el sensor utilizado en el sistema domótico de seguridad.



Figura 4. Sensor de movimiento LX28 (catalogo IPSA).

También se utilizó un microcontrolador PIC 16F877a, este es el controlador principal del sistema. Este microcontrolador se programó con un software para realizar algunas tareas dentro del sistema. En el sistema de seguridad implementado fue utilizado el microcontrolador MC9S08QGB de Freescale en dos sistemas de menor complejidad. También se utilizó una pantalla de cristal líquido LCD o display LCD. El proceso de visualización es administrado por el microcontrolador PIC 16F877A. Este display permite visualizar los eventos que suceden en la casa, de acuerdo a la programación.

Se utilizaron dos reguladores de voltaje para la alimentación de la electrónica: el LM7805AC y el FAN 1616A. El primero soporta un voltaje de entrada entre 5 V y 18 V, y entrega a la salida un voltaje de 4.8 V a 5.2 V. El segundo regulador soporta en la entrada de voltaje V_{in} 12 V y entrega en su salida 3.3 V.

Otros componentes que se utilizaron fueron: una alarma de 5 V, un dispositivo electromecánico denominado relé, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, en el que por medio de una bobina y un electro imán, se acciona un juego de un contacto que permiten abrir o cerrar otro circuito eléctrico independiente, se utilizó para aislar un circuito de potencia de uno digital en uno de los sistemas de menor complejidad.

En cuanto al *software* del sistema domótico de seguridad, se realizaron tres programas para el debido funcionamiento del sistema. Estos programas los poseen los microcontroladores que se utilizaron. El sistema domótico se dividió en tres sistemas, dos de menor complejidad y un sistema de control general denominados: *sistema sensor*, *sistema controlador y actuador puerta* y finalmente *sistema actuador alarma*. A continuación se presentan los diagramas de flujo de los programas que contienen cada uno de los sistemas:

1. El diagrama de flujo del *sistema sensor*. Este programa se utilizó para el microcontrolador MC9S08QGB de Freescale (Fig. 5).

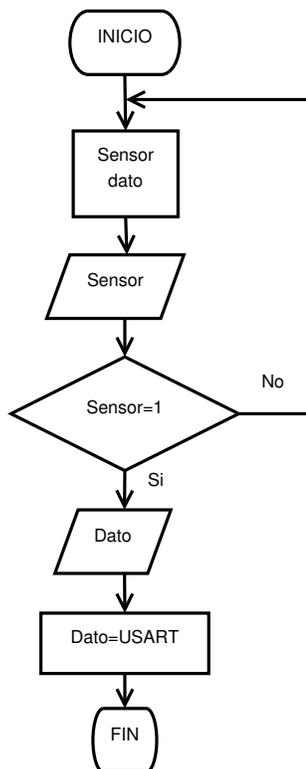


Figura 5. Diagrama de flujo del sistema sensor.

2. El diagrama de flujo del *sistema controlador y actuador puerta* se presenta en Fig. 6. Este programa se maneja para el microcontrolador PIC 16F877A.

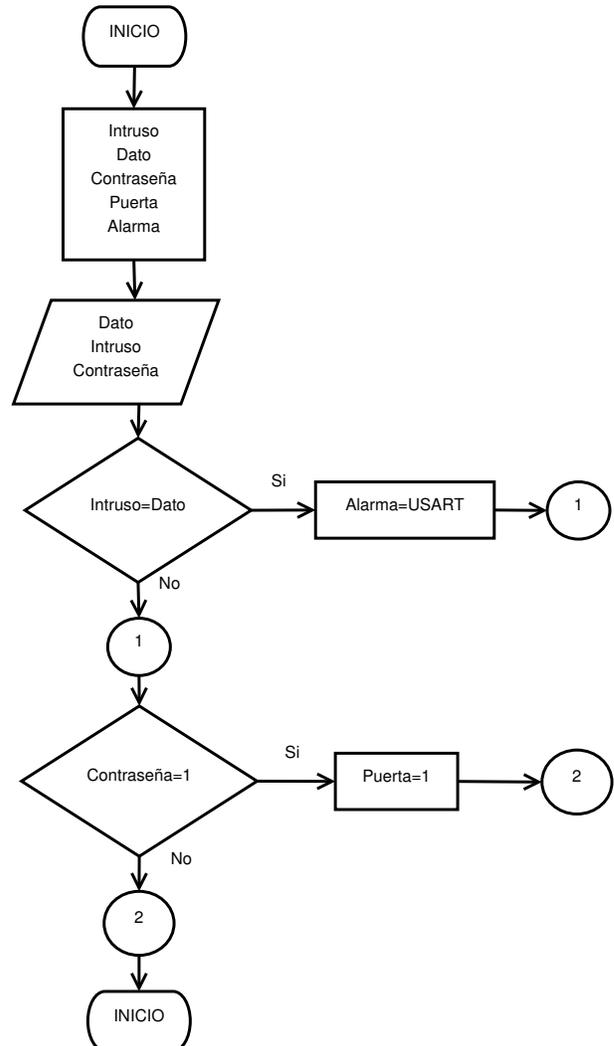


Figura 6. Diagrama de flujo del sistema controlador y actuador puerta.

3. El diagrama de flujo *sistema actuador alarma* se presenta en la Fig. 7. Este programa se utilizó en el microcontrolador MC9S08QGB de Freescale.

El canal para transmitir los datos es el aire y se logra por medio de los módulos Xbee, estos son los encargados de transmitir la información y trabajan bajo el protocolo 802.15.4/ZigBee. En el sistema domótico existen tres módulos Xbee encargados de esta función. A continuación se presenta la forma en la cual se debe programar los módulos para que puedan transmitir la información.

Para configurar los módulos se puede utilizar el hiperterminal o el X-CTU, para el desarrollo de este proyecto se usó el programa X-CTU. Antes de empezar con la configuración del módulo Xbee se tiene que

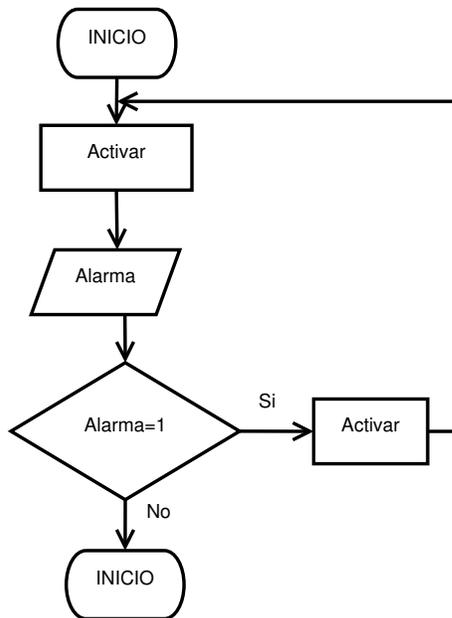


Figura 7. Diagrama de flujo del sistema actuador alarma.

instalar el programa X-CTU. Primero se debe descargar el archivo instalable, que se puede encontrar en el enlace <http://ftp1.digi.com/support/utilities>, una vez descargado el archivo se procede a la instalación del programa. Posteriormente se abre el llamado X-CTU.

Se debe conectar el Xbee por medio de la tarjeta Xbee explorer. Después, en la ventana principal se debe señalar en la ventana *Select Com Port*, el puerto usb y definir la tasa de transmisión, para el caso 9600 baudios. Se selecciona el botón *Test/Query* y aparece una ventana que permite reconocer el Xbee y verificar su referencia.

Luego, basta con programar tres parámetros bastante sencillos para poder conectar los módulos. Estos parámetros son: MY dirección origen, DL dirección destino, BD baud rate (velocidad de transmisión). En el parámetro MY se introduce el valor 123 y en el parámetro DL se introduce el valor 321. De esta forma el transmisor se llama 123 y le transmite al receptor que se llama 321. Los valores pueden ser cualesquiera.

Para el caso del receptor, en el parámetro MY se introduce el valor 321 y en el parámetro DL el valor 123. De esta manera el receptor se llama 321 y solo recibe del transmisor que se llama 123. El último parámetro a configurar es el de BD (del menú *Serial Interfacing*), aquí se introduce el valor de la velocidad a la cual el microcontrolador enviará y recibirá datos. Por defecto, los módulos vienen programados a 9600 baudios, basta seleccionar el parámetro al valor deseado. Una vez hecho todo lo anterior, se debe seleccionar *Write* para que todos los cambios se queden grabados permanentemente en el módulo XBEE. También se pueden

dejar los módulos en modo transparente, que es el modo en el que se han configurado los módulos del sistema domótico.

Sistema sensor. Este es un sistema de menor complejidad, compuesto por el sensor LX28, el microcontrolador MC9S08QGB de Freescale y un módulo transmisor de la señal llamado módulo Xbee. El sensor tiene la función de detectar. Está diseñado para activarse cuando detecta un cambio de temperatura en un ambiente. Todos los objetos irradian una cierta cantidad de energía infrarroja o calor, cuando existe un cambio en dicho nivel de energía, como el que produce una persona que entra al área protegida, el detector infrarrojo lo percibe y envía una señal al microcontrolador. El alcance que tiene de 12 m a lo largo y de 3 m a lo alto, con un ángulo de cobertura de unos 90° a 110° a lo ancho. Estos dispositivos están diseñados para trabajar en áreas abiertas, esto quiere decir que no pueden ver a través de las paredes u otros obstáculos.

Para la aplicación del proyecto solo se utiliza un sensor, pero si se desea cubrir más áreas, solo bastaría poner mas sensores. En el evento en que detecte un intruso el sensor informa al microcontrolador. Este tiene como función recibir la información proveniente del él, esta información recibe un tratamiento para posteriormente proporcionar la información por una salida del microcontrolador de forma serial al Xbee. Es precisamente este último, el otro integrante de este sistema, el modulo Xbee, es el encargado de transmitir la información de forma inalámbrica al microcontrolador principal, que se encuentra en el sistema controlador y actuador puerta.

Sistema controlador y actuador puerta. Este es el sistema más importante puesto que el toma las decisiones de todos los eventos que pueden suceder en el hogar, que para el caso son tres: Percibir el ambiente, activar alarma y controlar el acceso al hogar. Este sistema esta compuesto por un microcontrolador PIC 16F877A. El microcontrolador hace las veces de controlador principal, contiene un programa que se encarga de activar la apertura de la puerta cuando el usuario digite la clave correcta. Si el usuario no digita la clave correcta, no se realizará ningún evento. La LCD indicará el estado del sistema domótico, esta es la encargada de informar los eventos que sucedan, bien puede ser informar sobre un intruso presente en el ambiente o informar si ha introducido la contraseña correcta para poder abrir la puerta. El teclado es la interfaz por la cual el usuario podrá digitar la clave, que ha sido previamente guardada en el programa que contiene el microcontrolador. En el evento en el que el usuario digite la clave correcta, el controlador permitirá la apertura de la puerta enviando una señal al solenoide que para este caso es el dispositivo actuador.

Sistema actuador alarma. El sistema actuador alarma, básicamente se encarga de recibir la señal proveniente del microcontrolador principal para activar la alarma. Este sistema consta de un modulo Xbee, un microcontrolador

MC9S08QGB de Freescale y una alarma acústica. El sistema se pone en marcha cuando se ha detectado un intruso en el sistema sensor y el microcontrolador principal, que conoce todos los eventos del sistema domótico, resulta en una acción, informar al Xbee del sistema actuador alarma la información proveniente del microcontrolador principal. Esta información es comunicada al microcontrolador MC9S08QGB de freescale de forma serial, y es este el que activa la alarma.

El sistema prototipo se muestra en las Fig. 8 y 9.

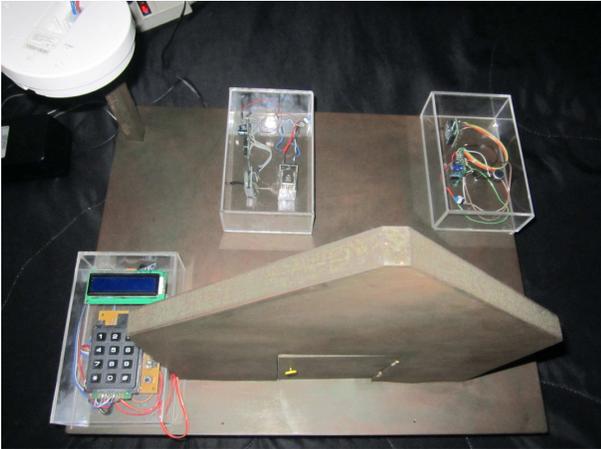


Figura 8. Prototipo de evaluación, vista frontal.

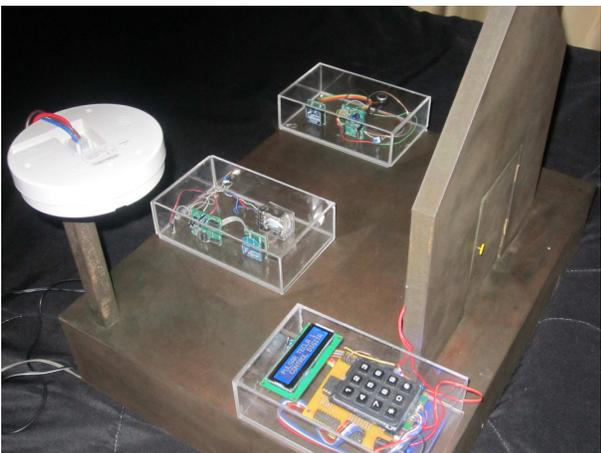


Figura 9. Prototipo de evaluación, vista lateral.

Resultados

El sistema domótico se divide en tres sistemas, cada uno encargado de determinadas funciones como se vio en la sección anterior. Estos son: el sistema sensor, sistema controlador y actuador puerta.

El sensor funciona a 110 V, debe ir conectado a la red eléctrica del hogar, este se encarga de percibir el ambiente cuando detecta presencia y le envía esta información al

microcontrolador MC9S08QGB de Freescale, en medio de estos dos se encuentra un relé, este aísla el circuito de potencia del circuito digital, puesto que el microcontrolador trabaja con 3 V al igual que el Xbee. Los 3 V se consiguen con un regulador Fan 1616, quien entrega el voltaje para alimentar tanto al microcontrolador como al módulo Xbee.

El relé realiza el contacto cuando el sensor se activa, lo que permite cerrar el circuito digital y así poner en funcionamiento un dato digital en el microcontrolador, este recibe la información y de acuerdo al programa, cuando por el pin 16 (pta0) ingresa un dato, inmediatamente envía la información al pin 3 (Rx) del módulo Xbee. Este módulo está programado como módulo transmisor RF, está configurado en modo transparente como se indicó en la sección anterior. El módulo Xbee en este sistema le envía la información al módulo Xbee que tiene el microcontrolador principal.

El sistema controlador y actuador puerta, es el sistema principal, está compuesto por un teclado matricial, por un display LCD, un módulo Xbee y un actuador, para el caso un solenoide. Este sistema es el central de todo el sistema domótico. El teclado matricial tiene como función permitir al usuario digitar la clave para poder ingresar a su hogar, esto en el caso que sea correcta la clave. El display permite visualizar todos los eventos que suceden en el hogar, eventos que han sido transmitidos por medio del módulo Xbee del microcontrolador principal. Este módulo ha sido configurado en el modo transparente y no solo tiene la función de recibir la información que viene del sistema sensor, si no que también es transmisor de información al sistema actuador alarma, es decir, este módulo trabaja de forma bidireccional.

Trabajo futuro

El presente proyecto, si bien está encaminado al área de seguridad, presenta muy pocas áreas de aplicación dentro de esta misma, dada la amplitud de la domótica. El proyecto es básico frente a las posibilidades. Se podría presentar mejoras en cuanto a la implementación de una red más amplia, que involucrara más dispositivos Xbee, donde se pudiera visualizar claramente una red más grande. También se podría desarrollar una interfaz que permitiera al usuario conectarse al sistema domótico por medio de Internet y saber el estado de su casa desde cualquier lugar, es de alta importancia el Internet hoy en día, y la domótica es un gran aliado.

Dentro de estos sistemas se acostumbra a tener sistema de video que permita visualizar desde Internet el estado de su casa, o permita al usuario ver desde el interior de su casa, el exterior de esta, que genere control de las personas que se acerca a su hogar sin necesidad de salir de este.

El sistema de control de acceso del hogar, si bien funciona dentro de los requerimientos expuestos anteriormente, podría ser más eficiente y podría generar alarmas en caso de alteración de software por parte de los intrusos. El sistema actualmente detecta intrusos y genera una alarma acústica,

pero podría generar también alarma enviando algún tipo de mensaje, voz, video o texto a los celulares de los ocupantes del hogar, implicaría un mayor grado de complejidad en los sistemas de control, o bien podría comunicarse a una central de alarmas.

Conclusiones

El proceso de comunicación entre los módulos Xbee es de fácil configuración, pero a la hora de enviar paquetes de información, presenta inconvenientes, puesto que los módulos estaban configurados en modo transparente y este no asegura la transmisión de los datos. En definitiva es mejor realizar una trama de paquetes de datos para poder corroborar el dato y así el paquete llegue completo.

Los dispositivos que operan en la banda de los 2.4 GHz como los módulos Xbee, reciben interferencia causada por otros servicios que operan en dicha banda. Esta situación es aceptable en las aplicaciones que utilizan el estándar IEEE 802.15.4, las cuales requieren una baja calidad de servicio, no requiere comunicación asíncrona, y hay que realizar varios intentos para completar la transmisión de paquetes. Por el contrario, un requerimiento primario de las aplicaciones del IEEE 802.15.4 es una larga duración en baterías, los módulos Xbee con su modo de operación de bajo consumo, logran una larga vida útil de las baterías, por que utilizan poca energía de transmisión y muy pocos ciclos de servicio.

Al usar esta tecnología no se tiene problemas en la instalación del cableado debido a que es una tecnología inalámbrica, es de fácil adaptabilidad, por ejemplo en los interruptores, teniendo la facilidad de cambiarlos de lugar sin problema alguno, o en los hogares ya existentes y se desee implementar el sistema. La principal aplicación de ZigBee, son los sistemas para redes domóticas, pues ha sido creado para cubrir las necesidades del mercado en este campo, sin embargo, ZigBee tiene amplias capacidades de desarrollo que le permite ser utilizado en múltiples aplicaciones, como los sistemas de medición avanzada, medidores de agua, luz y gas que forman parte de una red con otros dispositivos como displays ubicados dentro de las casas, que pueden monitorear el consumo de energía, también pueden interactuar con electrodomésticos o cualquier otro sistema eléctrico como bombas de agua o calefacción, con la finalidad de aprovechar mejor la energía. Esta interoperabilidad es favorable no solo por lo anteriormente descrito, si no también por que es adaptable a cualquier dispositivo que se comunique de forma serial.

En la actualidad existen una gran cantidad de estándares que permiten todo tipo de aplicaciones en el ámbito de las comunicaciones inalámbricas, las mismas que permiten grandes tasas de transferencias de audio, video, datos. Sin embargo, estos estándares no son adecuados para situaciones en las que se requiere de un bajo consumo de energía como lo

es ZigBee el cual tiene la capacidad de hacer que sus baterías sean perdurables.

El estándar IEEE 802.15.4 permite que la transmisión de datos sea bidireccional. Esto es favorable, puesto que se logra un mayor control sobre las aplicaciones en las que se desarrolle. Es decir aprovechando esto, el microcontrolador puede ratificar el envío de datos de una forma muy eficiente, puesto que puede preguntarle al módulo transmisor por el envío de datos y a la vez este módulo puede responder si su paquete fue enviado o no. Dado que la frecuencia de trabajo de los módulos es 2.4 GHz, y en esta frecuencia se encuentra transmitiendo demasiados dispositivos, se presentan interferencias, pero el estándar IEEE 802.15.4 ofrece una solución viable, puesto que tiene 16 canales, el escoge el canal que no este ocupado y pueda realizar el envío de datos.

Referencias

- Ferreiras, J., y López, P. (2005). Redes de datos y servicios multimedia domesticos. *La domotica en el mundo, estado del arte*, 753-778.
- Gordillo, R., y Trujillo, D. (2009). *Diseño de un sistema de vigilancia no convencional basado en redes zigbee (802.15.4) para realizar un control sobre equipos de video e integracion a sistemas de supervision de mayor jerarquia*. Tesis de Master no publicada, Escuela Politecnica del Ejercito, carrera de ingenieria de electronica en telecomunicaciones.
- Henaó, O. (2006). *Hardware y software domótico*. Tesis de Master no publicada, Facultad de Ingeniería Electrónica Universidad Pontificia Bolivariana.
- Langhammer, N., y Kays, R. (2012). Performance evaluation of wireless home automation networks in indoor scenarios. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 3(4), 2252-2261.
- Paz, H., Alarcon, R., y Laverde, A. (2006). Diseño e implementación de una red domótica para un laboratorio de ingeniería electrónica. *Grupo de investigación Ecitronica*.
- Quiroga, J. (2009). *Z-wave demotica bajo arquitectura mesh*. Tesis de Master no publicada, Facultad de Ingeniería Universidad Santo Tomas de Aquino.
- Sarmiento, J. (2009). *Estado el arte del estandar i.eee 802.15.4 zigbee aplicado a la domótica en colombia*. Tesis de Master no publicada, Facultad de Ingeniería Universidad Santo Tomas de Aquino.
- Selas, M., Sanchez, D., y Muñoz, F. (2005). Aplicación de inteligencia artificial en el hogar inteligente. En *Casa futura*.
- Valerio, R. (2005). Domotica. como debe ser una casa domotizada. *Revista digital Investigación y educación*, II.

Evaluación de la prefactibilidad de un sistema de generación eléctrica a partir de biogás con estiércol de ganado vacuno o porcino en Cundinamarca

Evaluation of the feasibility of a system of power generation from manure biogas from cattle or pigs in Cundinamarca

Angélica M. Sánchez R.
GIM Ingeniería Eléctrica
angelsan_87@hotmail.com

Viviana C. García G.
Itelca S.A.S.
viviana.garcia@itelca.com.co

El artículo plantea la implantación de un sistema para el aprovechamiento de la biomasa como recurso, y así suplir la necesidad energética que se tiene en una finca o residencia con una carga puntual brindando beneficios ambientales y sociales a la comunidad. Preliminarmente se realizó una comparación entre el estiércol del ganado vacuno y porcino para elegir cuál era el más apropiado para trabajar; con el resultado de este se seleccionó el municipio de Cundinamarca con mayor disponibilidad de tal recurso. Se realizó la caracterización del lugar donde se desarrollaría el diseño del sistema determinando la demanda eléctrica de la finca se realizan los cálculos para el dimensionamiento de cada uno de los equipos. Dentro de los costos se contempló la ejecución de la obra y el mantenimiento y posteriormente se confrontaron con los costos generados al manejar una planta para el suministro de energía, demostrando de esta manera las bondades del sistema.

Palabras clave: Biogás, energía alternativa, estiércol, generación no convencional

The paper poses the implementation of a system for the use of biomass as a resource, and thus meet the energy need that you have a farm or residence with a point charge providing environmental and social benefits to the community. Preliminary comparison between manure from cattle and pigs was performed to choose which was the most appropriate to work, with the result that the municipality of Cundinamarca with greater availability of such a remedy was selected. Characterization of where the system design would develop was performed, determining the electrical demand of the farm sizing calculations for each of the teams are made. Within the implementation costs of the work and maintenance was contemplated and subsequently confronted with the costs incurred in operating a plant for the power supply, thus demonstrating the benefits of the system.

Keywords: Alternative energy, biogas, manure, not conventional generation

Introducción

La biomasa es la única energía renovable totalmente gestionable (no necesita de un soporte de ciclos combinados de gas para poder garantizar su potencia), por tanto no genera ningún sobre costo al sistema (Calle, 2012). En este proyecto se registra el estudio de prefactibilidad para generar energía eléctrica, abastecer una carga específica y satisfacer necesidades básicas, usando estiércol de ganado vacuno o porcino como recurso energético. El estiércol, como recurso principal, hace que la producción de energía sea práctica y asequible. Las ventajas más representativas son:

- Alternativa para el uso de recursos no renovables.
- Reduce la contaminación y solución.

- Ofrece un alto grado de sanidad.
- Aporta con el problema de los desperdicios orgánicos y contaminación.
- Crea una alternativa de solución para la generación de energía eléctrica de forma eficiente, viable y autónoma.

Estas ventajas hacen que el aprovechamiento de los recursos mediante una tecnología que utilice biodigestores sea atractivo, puesto que se produce biogás, y este puede ser aprovechado para reemplazar las fuentes energéticas usuales no renovables, cobrando gran importancia en la sustitución de combustibles fósiles y aprovechando el estiércol como fuente de energía de muy bajo costo (Congreso de Colombia, 2014). Esta solución se adapta a un piloto en Paratebueno

(Cundinamarca), el cual es ampliamente replicable, con el fin de lograr autosuficiencia energética en las horas pico de consumo y/o evitar cortes en su ciclo productivo, teniendo en cuenta que los recursos para la vida son no renovables, además de contribuir en la reducción de las emisiones de CO₂ y una solución higiénico-ambiental a los desechos orgánicos.

Esta alternativa favorece a las zonas más apartadas y subdesarrolladas del país, como son las zonas rurales, fortaleciendo la sustentabilidad y la sostenibilidad, y afectando positivamente la cultura, calidad de vida, herramientas de producción, consumo de recursos y aprovechamiento de residuos.

En el desarrollo, inicialmente se evaluó el estado actual de estos sistemas con el fin de determinar las características más convenientes. Luego se escogió la zona de trabajo. Los parámetros de elección fueron la actividad económica fuertemente relacionada al cuidado de vacas para establecer el potencial del recurso. Se desarrolló el diseño de la solución adaptando cada detalle para una finca característica ubicada en el municipio de Paratebuena del departamento de Cundinamarca, donde debido a las condiciones topográficas y el difícil acceso (parte alta de la cordillera, zona montañosa, sin vías de acceso, ni comunicación) no se encuentra interconectado al sistema de transmisión, esto da la oportunidad de brindar un beneficio adicional al usuario, ya que carece del servicio de energía eléctrica.

Metodología

Energía y medio ambiente

La preocupación de las naciones por la contaminación y el aumento de la temperatura media global, más conocida como calentamiento global, generada por el uso de recursos fósiles y con el agravante de que otras actividades humanas como la deforestación han limitado la capacidad regenerativa de la atmósfera para eliminarlos, ha invitado a reflexionar sobre el mundo y a buscar soluciones donde la generación de energía eléctrica sea renovable, con reducción en las emisiones de carbono y viable desde el punto de vista técnico, social y económico.

Sistemas de generación con energías limpias. La preocupación por la contaminación y el aumento de la temperatura media global hacen que se busquen soluciones donde la generación de energía eléctrica sea renovable, con reducción en las emisiones de carbono y viable desde el punto de vista técnico, social y económico. Esta necesidad hace que el aprovechamiento de diferentes recursos sea atractivo, puesto que se produce energía reemplazando las fuentes energéticas usuales no renovables, cobrando gran importancia en la sustitución de combustibles fósiles.

Pero esta no es la única ventaja que ofrece trabajar con este tipo de recursos, las propuestas que trabajan con energías alternativas tienen como objetivo principal el suministro de energía eléctrica para zonas no interconectadas (ZNI), ya que los sistemas existentes aún no ofrecen un cubrimiento total y las ZNI tienen una baja demanda y el acceso a estas es difícil para realizar la instalación a la red (Corporación Ema, 2012). Una de las principales características que se debe tener presente en la implementación de este tipo de sistemas es la disponibilidad que hay en la zona, ya que por su naturaleza se encuentra de forma aleatoria y se debe almacenar energía en el lapso de tiempo en que no se utiliza. Para conocer la disponibilidad en cada área del país se pueden consultar los diferentes estudios realizados.

Auto-generación en Colombia con biocombustible. La generación de energía generalmente se realiza con motores Otto a gas natural, supliendo así necesidades de tipo industrial y comercial. Es recomendable autogenerar electricidad si se tiene un bajo factor de utilización de potencia. En general se recomienda para procesos que consumen energía en horarios picos, procesos para arranque de motores eléctricos de gran forma simultánea o por que se tenga un servicio eléctrico deficiente.

Colombia es uno de los países con precios de electricidad para la industria más altos de Suramérica, además el cambio climático, los precios del petróleo, los incentivos tecnológicos y el conocimiento tecnológico que se tiene, se ha venido presentando en los últimos años un aumento significativo de la participación de energías alternativas, y es por esto que actualmente las industrias colombianas están generando la mayor cantidad de electricidad posible, desde sus propias instalaciones, y de esta manera atender sus procesos productivos, generando importantes ahorros que en ocasiones alcanzan el 50 % (Romero, Zapata, Valles, y Vesga, 2003).

Los proyectos de cogeneración se encuentran en la línea de los sistemas de generación distribuida. Estos sistemas son instalados en lugares que demandan energía, y para satisfacerla se emplean recursos locales, la mayoría renovables, con lo cual hacen que se reduzcan las pérdidas en el sistema por unidad de energía consumida y disminución en el uso de redes. *El potencial de cogeneración en el país es mucho mayor, tanto para el sector azucarero como*

Fecha recepción del manuscrito: Agosto 29, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Septiembre 22, 2014

Angélica M. Sánchez R., GIM Ingeniería Eléctrica; Viviana C. García G., Itelca S.A.S.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Angélica M. Sánchez R. Email: angelsan_87@hotmail.com

para otros sectores... según el Plan Energético Nacional, liderado por la Unidad de Planeación Minero Energética (Romero et al., 2003). El potencial total de cogeneración en la industria colombiana podría llegar a ser por lo menos de 423 MW adicionales, con una contribución de los sectores alimentos, bebidas y tabaco, papel y textil, entre otros.

El potencial para generación de energías alternativas en Colombia es considerable debido a su amplia gama de recursos para tal fin. Este tipo de energías se clasifican en seis grandes grupos: energía solar, energía eólica (del viento), energía de la biomasa. La producción de biogás es práctica ya que no necesita de recursos ambientales como fuente energética siendo el estiércol el recurso principal para la producción de energía, además es replicable teniendo en cuenta los parámetros correspondientes a las características ambientales.

El biodigestor

Los biodigestores son cámaras donde se realiza la degradación de materia orgánica mediante la digestión anaeróbica, permitiendo la producción de biogás (combustible limpio y menos tóxico) y la producción de biol, el cual puede ser empleado como fertilizante orgánico (Martí, 2008). Uno de los objetivos principales del proyecto es obtener un modelo de biodigestor eficiente, viable, económico, tecnológico y que su implantación sea adecuada para la zona en que se desea trabajar. Algunos de los criterios que se tienen presentes para realizar el diseño de un biodigestor son los que se enumeran a continuación (Alvarez y Perdomo, 2012)

1. Espacio: Este criterio determina el tipo de diseño y si el fermentador se ubica o no bajo tierra.
2. Estructuras existentes: Se deben tener presentes para saber si alguna de ellas se puede emplear.
3. Minimizar costes: Es un parámetro muy importante en el diseño, cabe anotar que minimizarlos puede conllevar a que la producción del biogás también disminuya.
4. Sustrato disponible: Determina el tamaño y la forma del tanque.
5. Condiciones físicas: Son importantes para que el funcionamiento de la planta sea la deseada (clima, condiciones del suelo, sustrato para la digestión, etc.).
6. Habilidades: Si se elige una tecnología muy sofisticada, el personal encargado de realizar la construcción y el montaje debe tener la preparación necesaria.
7. Normalización: Es necesaria para verificar que todo lo que se diseñe este bajo norma y este dentro de los estándares para posibles certificaciones.

Teniendo presente los tipos de biodigestores, en la tabla 1 se pueden ver las ventajas y desventajas de los más empleados y aceptados a nivel industrial. Esta comparación se realizó con el fin de saber cuál tipo de biodigestor es el más apropiado para las necesidades que se quieren suplir.

El tipo de biodigestor más conveniente para este estudio es el Taiwán ya que tiene una planta instalada de 5 700 unidades según censo del 2007, por esta razón se cuenta con mayor experiencia en este diseño, los materiales tienen buen tiempo de entrega y precio facilitando su consecución y además es un sistema fácil de entender.

Debido a que se busca la practicidad y viabilidad financiera, el método de carga recomendable es con cargas continuas y descargas del material, esto hace que él las bacterias trabajen eficientemente y por lo tanto que el sistema trabaje adecuadamente UPME (2003). Otra recomendación es depositar residuos frescos al biodigestor, ya que es importante conservar los valores de los nutrientes de los residuos.

Biogás en energía eléctrica. Queriendo aprovechar el biogás para generar energía eléctrica se consideró que la cantidad que se emplee sea la suficiente para que se justifique la compra o modificación de un generador eléctrico.

El biogás se puede emplear para reemplazar la gasolina o el diésel en motores de combustión interna. Estos motores son capaces de transformar en movimiento la energía que proviene de la combustión de combustibles. Durante cada ciclo el motor aspira aire, después agregan el combustible y se queman en el interior del motor. Los gases quemados son expulsados del sistema y el ciclo se repite nuevamente (ciclo abierto).

El biogás puede sustituir el diésel hasta en un 70 %. Es necesario que se tenga un porcentaje de diésel ya que el biogás no es explosivo por compresión y el motor no tiene bujía para producir la chispa que produzca la explosión. Al trabajar con el diésel y biogás el motor no sufre ningún tipo de alteración. La modificación o adaptación que se le debe realizar al motor de diésel para que trabaje con diésel y biogás consiste en colocar una *T* entre el filtro y el sistema de admisión del aire. Esto se hace con el fin de que cuando entre el biogás por el canal del aire el motor se acelere haciendo que se reduzca el suministro de diésel y se establezca la velocidad del motor.

Se debe instalar una válvula para regular el suministro del biogás. En la Fig. 1 se muestra la modificación a los mandos que se realizó en un motor diésel- biogás con el fin de permitir un control del regulador sobre la inyección del gas - oíl. Esta recomendación fue realizada por el fabricante para evitar el embalaje del motor. Haciendo la modificación del varillaje la regulación tiene un ajuste fino del biogás y del gas.

Accesorios para la conducción del biogás.

- Tuberías

El gas que es producido en el biodigestor es conducido a los lugares en los que tendrá su uso final a través de tuberías. El material de esta puede ser PVC ya que es resistente a la corrosión, es económica y su instalación es sencilla. Al momento de seleccionar el diámetro es importante tener

Tabla 1
Ventajas y desventajas de los diferentes biodigestores (UPME, 2003).

BIODIGESTOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Plantas de cúpula fija	<ul style="list-style-type: none"> - Costes iniciales bajos. - Materiales convencionales como el ladrillo, bloque, cemento. - Larga vida útil, hasta 20 años. - No tiene partes móviles ni oxidables, por lo tanto es la topología más sencilla. - Su diseño es compacto, por lo que ocupa poco espacio. - Bien aislado. - La construcción crea empleo local. - Flexibilidad de tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> - La cúpula debe estancar al gas para su correcto funcionamiento y debe almacenarlo sin pérdidas, haciendo que su construcción sea un poco compleja. - La presión del gas no es constante, afectando los equipos provocando la variabilidad en el consumo; debido a los esfuerzos provocados puede ser la causa de fugas. - Gas producido no es apreciable a la vista. - Funcionamiento de la planta no es rápidamente. - La excavación puede ser costosa en rocas.
Plantas de cúpula flotante o modelo Hindú	<ul style="list-style-type: none"> - Presión del gas constante. - El gas almacenado es fácilmente cuantificable por la posición del tambor, por lo que se puede determinar la cantidad de gas producida; el nivel de la cúpula depende del gas almacenado. - Los escapes de gas no son un problema siempre que el tambor sea pintado regularmente y desoxidado. - Esta tipología permite detectar los posibles problemas de explotación a tiempo. - Su tamaño depende de su uso (familiar, de uso comunitario o gran escala). - Su apariencia es más estética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costes de construcción y mantenimiento de la campana altos, si ésta es metálica. - Campana expuesta a corrosión si no es de acero inoxidable. - Mantenimiento intensivo ya que se tiene que pintar y quitar el óxido. - Vida útil baja, en zonas tropicales unos 5 años. - Si se utilizan sustancias fibrosas la campana tiende a quedar pegada en la escoria flotante.
Plantas tubulares de Plástico o esférico Taiwán	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo estandarizado y a bajo coste. - Apropiado para zonas con alto nivel freático. - Altas temperaturas de digestión en climas cálidos. - Fácil limpieza, vaciado y mantenimiento. - Sustratos difíciles pueden ser utilizados. - Fáciles de entender y utilizar. - Su construcción es más sencilla. - Materiales convencionales como el ladrillo, bloque, cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Normalmente se necesitan bombas para aumentar la presión del gas. - Tiene una vida útil baja, y es susceptible a daños mecánicos. - La población local normalmente no está dispuesta a arreglar un plástico dañado. - La excavación puede ser costosa en rocas.

presente la distancia que existe entre la planta y el lugar en el que se consuma el gas, así como el flujo máximo (el flujo máximo del gas se obtiene al sumar los consumos que tienen los equipos que funcionen simultáneamente) y la pérdida de gas admisible.

El diámetro recomendable para la conducción es de $\frac{3}{4}$ pulgadas, y para instalaciones dentro de viviendas de $\frac{1}{2}$ pulgadas.

- Válvula de seguridad y filtro de retención de ácido sulfhídrico

Debido a que el sistema se realizó para la generación de energía eléctrica, se debe instalar un filtro que realice la retención del ácido sulfhídrico, debido a que este corroe las partes metálicas, hace que el tiempo de vida útil de los equipos sea más corto y provoca que el olor del biogás se convierta en contaminación. Para asegurarse de que una presión excesiva en el circuito de gas no dañe el biodigestor, es indispensable instalar una sencilla válvula de seguridad contra sobrepresiones. Es decir, en el caso de que no se esté consumiendo el gas, éste tendrá un lugar por donde escapar, impidiendo además que el aire entre en el biodigestor, lo

cual dañaría el proceso de producción de gas. La válvula de seguridad se instalará a la salida del biodigestor, entre este mismo y la válvula de bola que aísla el biodigestor del resto del circuito de gas, facilitando las labores de mantenimiento. Es importante revisar el estado de la válvula mientras realizamos la carga del biodigestor.

La válvula consta de una botella de gaseosa grande y el filtro de una conexión en forma de *T*. Se coloca la botella en posición vertical y se llena con agua entre 8 y 12 cm, haciendo unos agujeros sobre la parte superior de la botella para que en caso de exceso de agua esta salga libremente. Se asegura la botella, ya sea con alambre o con cinta a la conexión en *T*. El filtro debe instalarse luego de la válvula de seguridad y antes del medidor del flujo de biogás. El tamaño del filtro estará en función del volumen del biogás producido y de la concentración de ácido sulfhídrico. En la Fig. 2 se muestra el esquema típico de un filtro.

Dentro de la conexión en *T* se introduce viruta de hierro la cual tendrá dos funciones. Por un lado, actuará como filtro del ácido sulfhídrico (eliminando olores) y por el otro,

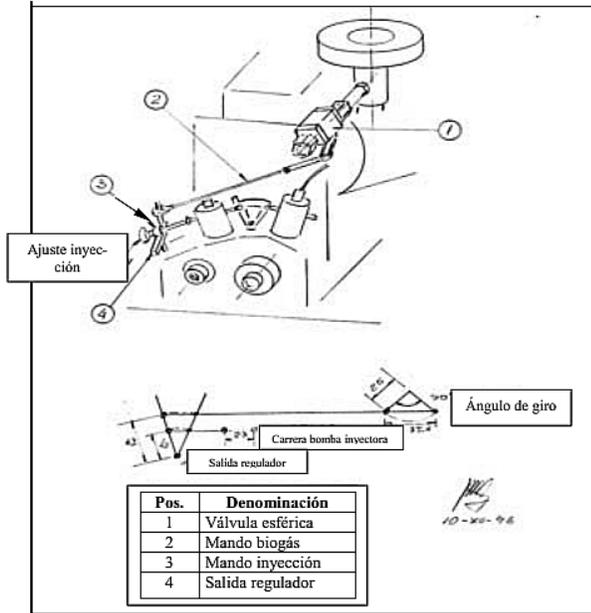


Figura 1. Modificación de mandos Motor Diesel-Biogás (Sinópoli et al., 1999).

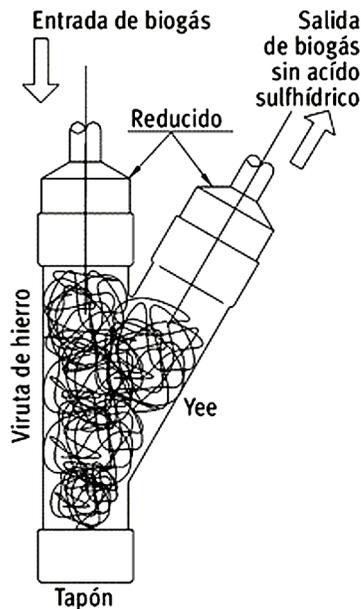


Figura 2. Filtro sulfhídrico (Guardado, 2014).

impedirá que una combustión externa se propague por el interior de la tuberías de gas (Guardado, 2014).

- Válvulas de fábrica

Para que el exceso de gas que no se utiliza pueda salir y evitar que la bolsa que almacena el biogás estalle, se debe instalar una válvula de presión. Una válvula que regula la presión es la *válvula limitadora de presión*. Estas se emplean para seguridad (sobrepresión). Cuando la presión sobrepasa

el valor máximo, se abre la salida y el gas sale a la atmósfera, en la Fig. 3 se puede observar su estructura.

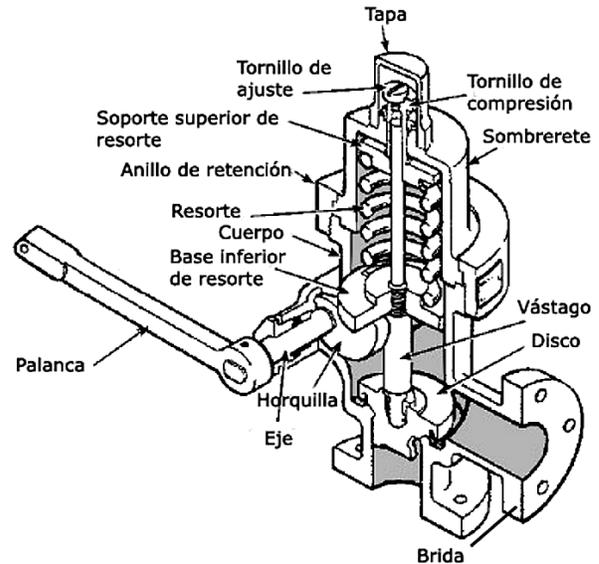


Figura 3. Válvula de alivio (Mitzlaff, 1988).

- Trampa de condensado

Cuando el biogás sale del digester pasa por la tubería de conducción donde baja su temperatura y se genera la condensación de la humedad, por lo tanto el biogás contiene vapor de agua el cual puede estar presente en cantidades apreciables que de lleguen a obstruir la tubería.

Una posible solución que se empleó en el diseño es la instalación de una trampa de agua la cual consiste en una T con un tapón roscado o recipiente donde se deposite el agua. Una trampa debe ser ubicada antes del filtro sulfhídrico y otra antes de ingresar a la planta. Se pueden ubicar trampas de agua cada cierto tramo de la tubería, dependiendo de la topografía del terreno y la longitud del trayecto. En la Fig. 4 se visualiza una trampa de condensado.

Estiércol de vaca o cerdo como fuente de energía

Algunos animales como los rumiantes (por ejemplo, las vacas) emiten metano durante el proceso de digestión, en el cual los microorganismos descomponen los carbohidratos para que el torrente sanguíneo del animal lo pueda absorber (fermentación entérica). La segunda forma en que los animales pueden producir metano es a través de la descomposición del estiércol. Este se procesa utilizando sistemas de tratamiento para el estiércol, descomponiéndose sin oxígeno, y produciendo grandes cantidades del gas. La temperatura crítica del metano es de $-82,7^{\circ}\text{C}$ y tiene una presión crítica de $45,96 \text{ kg/cm}^2$, estas características hacen que el gas deba ser utilizado en su estado natural, puesto que el equipo para licuarlo consume gran cantidad de energía.

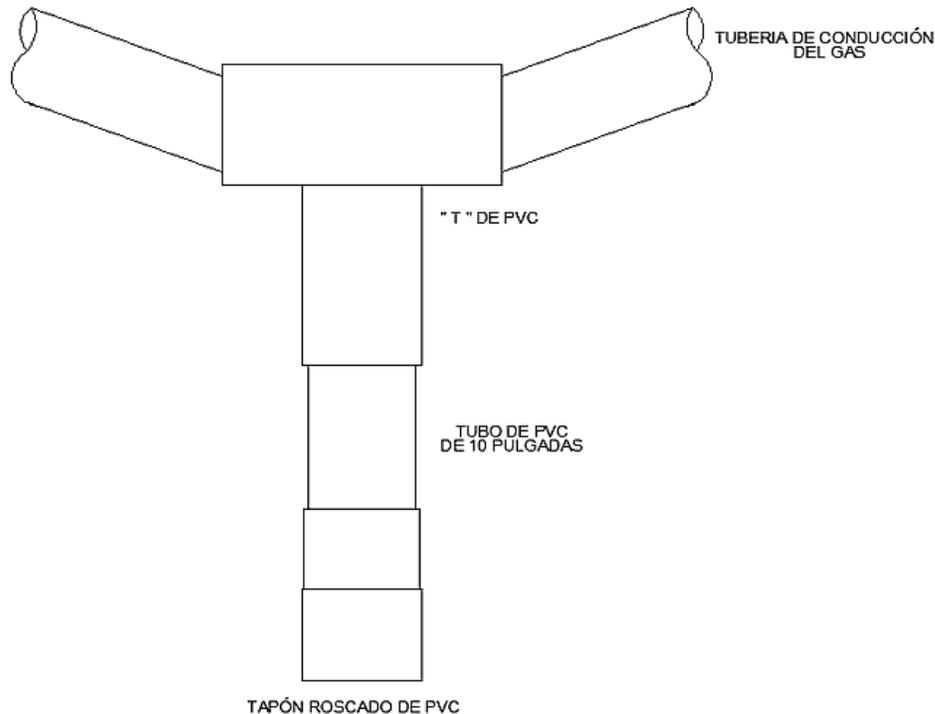


Figura 4. Trampa de condensado (García y Ortiz, 2010).

El recurso puede ser almacenado cerca al biodigestor o en otro sitio, esto depende de la necesidad que se tenga de disminuir el transporte. Antes de alimentar el biodigestor, el estiércol debe encontrarse libre de otros materiales como arena y rocas, ya que la adhesión de sólidos a la materia hace que las tuberías se puedan bloquear obstaculizando la operación. Solamente una pequeña cantidad de sólidos es admitida por la mayoría de digestores. Varias instalaciones agrícolas o pecuarias recolectan los residuos en un solo punto (laguna, piscina, pila, tanque, entre otros) haciéndolas las mejores candidatas para la implementación de tecnología de producción de biogás.

Teniendo el estiércol como materia prima, se realizaron consultas y se comparó el estiércol de ganado vacuno o bovino y porcino, con el objeto de determinar cuál era el más óptimo para satisfacer los requerimientos del diseño.

A cada uno de los siguientes ítems se les asignó un porcentaje según los factores más relevantes que se tiene para la construcción del biodigestor:

- Gas obtenido en un periodo de digestión (días): 10 %
- Volumen de estiércol (día): 15 %
- Temperatura: 25 %
- Recolección de residuos: 20 %
- Disponibilidad: 30 %

Después de sumar los porcentajes dados a cada tipo de estiércol, se concluyó que el tipo de estiércol más adecuado para las condiciones planteadas es el vacuno o bovino, no solo por las razones expuestas sino porque los residuos

que se obtienen se pueden emplear como fertilizante y la mayor parte de los digestores utilizan como material de fermentación el estiércol, y especialmente el de vacuno o bovino ya que contiene una gran cantidad de bacterias metanogénicas, siendo un material muy apropiado para la digestión anaeróbica (Téllez, 2008).

Cundinamarca como zona de trabajo

Al implementar un sistema de generación eléctrica con un biodigestor que funcione adecuadamente, es necesario evaluar las condiciones generales del lugar donde se pretende instalar el sistema. Para establecer la zona de trabajo, se consultó material bibliográfico de censos realizados en el departamento de Cundinamarca para conocer las zonas potenciales.

De acuerdo a los datos de los censos del año 2013, se escogieron preliminarmente ocho zonas por cada tipo de ganado. Conociendo la temperatura promedio de cada municipio seleccionado por la mayor disponibilidad del ganado, se redujo el grupo a dos municipios por cada tipo de ganado. Los nombres de los municipios y la temperatura promedio de estos se muestra en la tabla 2.

Ya que el tipo de estiércol seleccionado es el del ganado vacuno se analizan las características de los dos municipios escogidos para este tipo de recurso.

Los municipios de Cundinamarca donde hay mayor disponibilidad de ganado vacuno son Paratebueno y Puerto

Tabla 2
Clasificación de municipios por disponibilidad del recurso y temperatura.

GANADO PORCINO	
MUNICIPIO	TEMPERATURA PROMEDIO
BITUIMA	23 °C
LA VEGA	22 °C
GANADO VACUNO O BOVINO	
MUNICIPIO	TEMPERATURA PROMEDIO
PARATEBUENO	27 °C
PUERTO SALGAR	30 °C

Salgar. De acuerdo a las características de cada municipio (el recurso energético se adapta mejor a un sistema con alta temperatura promedio del lugar y la disponibilidad de espacio que se tenga) se determinó que el lugar que más se adaptaba para aplicar masivamente el biodigestor como sistema de generación de energía eléctrica era Paratebueno.

Demanda de energía eléctrica

En la tabla 3 se describe la demanda de energía eléctrica para una vivienda con dos (2) habitaciones, una (1) sala, una (1) cocina y un baño. Cada una de las habitaciones tiene una bombilla de 60 W. La sala tiene un (1) televisor, una (1) grabadora y una (1) bombilla de 60 W. El baño tiene un bombilla de 60 W, y finalmente la cocina tiene una (1) nevera mediana y una (1) bombilla de 60 W.

El factor de utilización es el número de horas de utilización de una instalación o dispositivo, dividido las horas del día. La carga instalada típica de un usuario residencial en la zona rural estudiada de Cundinamarca es de aproximadamente 3000 W (3 kW). Esta carga está sujeta al factor de utilización de la instalación eléctrica y de sus elementos, de tal manera que la demanda de potencia (potencia efectiva) es de aproximadamente 487,55 W. Esto determina que el factor de carga actual de la instalación eléctrica sería del 57,5 %. Por lo tanto, en la carga instalada típica están incluidos los aumentos de consumo y una proyección del crecimiento medio anual de la demanda eléctrica del usuario del 3 %, durante los años de vida útil de la instalación (15 años).

Describiendo el modelo de aplicación, se desarrolló y recopiló toda la información, y se diseñó un modelo enfocado a las particularidades geográficas de Cundinamarca para obtener un registro del sistema aplicado a la cotidianidad. La temperatura afecta de manera directamente proporcional la actividad de las bacterias que digiere el estiércol, es decir cuanto menor temperatura, menor actividad tendrán éstas, y por tanto será necesario que el estiércol esté más tiempo en el interior del biodigestor. De esta forma, la temperatura determina el tiempo de retención

Tabla 3
Demanda usuario residencial zona rural.

EQUIPO	POTENCIA UNITARIA [W]	CANT.	POTENCIA [W]	FACTOR DE UTILIZACIÓN	POTENCIA EFECTIVA [W]
Nevera	325	1	325	0,45	146,25
Televisor	90	1	90	0,25	22,5
Grabadora	20	1	20	0,42	8,4
Ilu. Habitación 1	60	1	60	0,17	10,2
Ilu. Habitación 2	60	1	60	0,17	10,2
Ilu. Sala	60	1	60	0,25	15
Ilu. Cocina	60	1	60	0,33	19,8
Ilu. Baño	60	1	60	0,08	4,8
Ventilador	90	2	180	0,17	30,6
Moto bomba	1119 (1,5 hp)	1	1865	0,08	149,2
Alumbrado perimetral	60	3	180	0,17	30,6
Cerca eléctrica	40	1	40	1	40
TOTAL	2088	-	3000	-	487,55

a tal punto que a temperaturas muy bajas no es viable implementar esta alternativa energética.

La carga a abastecer y la autonomía son parámetros del diseñador. Consientes de las características de Cundinamarca, cuya actividad económica se basa en criaderos de vacas y producción de derivados lácteos, tiene un nivel de acceso al agua alto, lo cual es un beneficio para la implementación del proyecto.

Implementación y resultados

Para dar una solución a la problemática se deben seguir las siguientes etapas, las cuales intervienen en el proceso de fermentación de los componentes orgánicos.

1. Recolección y almacenamiento: Definición del lugar y horario para que los animales depositen las excretas.

2. Metanización: La fermentación anaeróbica es causada por bacterias que crecen en lugares donde no hay oxígeno.

3. Acondicionamiento del biogás: Depurado y almacenado en los depósitos de gas. Todo lo generado debe ser convertido en dióxido de carbono. Se debe contar con un sistema de quemado si se genera sobreproducción.

4. Conducción: Conexión de las diferentes etapas.

5. Juego de válvulas: Se deben instalar válvulas ubicadas estratégicamente para mantener la misma presión a lo largo del proceso.

6. Accionamiento del sistema motor-generator: El gas acciona el motor que convierte el metano en energía eléctrica.

Teniendo la necesidad de satisfacer una carga de 3 kW, y considerando que el uso que se le daría a la planta será doméstico, se eligió la planta GENPAR GENERADORES GPG4000. Esta planta ofrece un poco más de la potencia continua requerida. A primera vista la planta con la que se trabajaría sería la SOKAN SK-GD4000CL, sin embargo esta planta solo puede ser empleada con cierto porcentaje de biogás y el resto con combustible, mientras que GENPAR emplea al biogás como combustible en un 100 %.

El primer parámetro para iniciar los cálculos se obtiene de la información técnica del motor. ¿Cuántos litros de gasolina requiere el motor y para cuánto tiempo de autonomía?. Respondiendo a esta pregunta, el motor que se utiliza en este modelo consume 15 l de gasolina para garantizar un funcionamiento durante 13 h, de tal relación se obtiene que para 5 h se requieren 5,77 l/h de gasolina ó 7,21 m³/h (7 212,5 de biogás). Un metro cúbico de biogás es equivalente a 0,8 litros de gasolina (Basalo, 2006).

Esta alternativa fomenta la aplicación del biogás al servicio eléctrico de espacios que dispongan de ganado vacuno o bovino, con una carga a abastecer menor o igual 3 kW con una autonomía de 5 h con el fin de suplir la carga máxima en horas pico que se puede presentar durante el día (De 05:00 a 06:00 y de 18:00 a 22:00). Sin descartar otros usos como puede ser suministrar energía en caso cortes del servicio eléctrico o para la implementación de cogeneración, entre otros. Conociendo la temperatura se puede despejar todas las variables para conocer todas las características que debe tener el sistema. El resumen de los resultados obtenidos se muestra en la tabla 4.

En la Fig. 5 se muestra el esquema final del biodigestor con la planta seleccionada y los respectivos accesorios.

Análisis económico

Costo de oportunidad

Esta alternativa usa los recursos para mejorar la calidad de vida de las personas brindando beneficios tanto a nivel ambiental como tecnológico. Teniendo en cuenta los resultados del costo beneficio registra un porcentaje de viabilidad que justifica su implementación y análisis como la mejor opción para la utilización del estiércol como recurso energético.

La gasolina es un combustible que presenta una variación en precio impredecible. Este comportamiento dificulta la proyección a largo plazo, debido a que hay muchas variables entre ellas las que afectan directamente la producción de petróleo que no son posibles de prever. Sin embargo, se presenta un estudio utilizando el crecimiento promedio con el fin de tener en cuenta este diferencial en la viabilidad financiera del proyecto. Se registra un máximo en el 2012 de

9.040,4 y un mínimo en 1999 de 1.608,29. El valor de la tasa que se contempló para el valor de la gasolina, es el resultado del promedio del valor de la gasolina durante los últimos 14 años. El resultado es un promedio de 11,3 % anual con el cual se hace una estimación de dicha variación.

La planta seleccionada, GENPAR GENERADORES GPG4000, consume 1,15 l/h de gasolina y el tiempo de trabajo es cinco horas diarias, se tiene que:

- Consumo diario: 5,8 l
- Consumo anual: 2117 l = 559,25 galones

El transportarse entre el municipio de Paratebueno se puede realizar por la vía principal que comunica Villavicencio con Yopal. Se tomara el valor del galón de gasolina en la ciudad de Villavicencio (\$8665,63). Este valor fue tomado del último reporte dado por el Ministerio de Minas y Energía (MinMinas, 2014).

$$\$8665,63 \times 559,25 \text{ galones} = \$4846253,60 \quad (1)$$

Por lo tanto el valor de la gasolina para satisfacer la carga diaria es igual a:

$$\$8665,63 \times 1,53 \text{ galones} = \$13277,40 \quad (2)$$

A este valor se le suma el transporte del insumo a la finca (\$2500), así se tiene que el valor de producir energía por un día con una planta de gasolina es igual a \$15777,40 y el precio en el primer año es \$5758753,60.

Teniendo presente los valores que se manejan diariamente después de instalar el biodigestor (recolección de estiércol: \$10000, agua (cuatro litros por cada kg de estiércol): 1,4694 m³ × \$2210 = \$3247,40) se obtuvo el valor de producir la energía por un día igual a \$13247,20.

En caso de contar con suministro de energía por parte de la electrificadora, se tiene que el precio del kWh es igual a \$359,2396 (este valor aplica para un estrato 3). Por lo tanto, el precio que se tendría por las cinco horas de autonomía es \$1796,198 (los precios están sujetos a sólo cinco horas diarias).

Para la cotización de los materiales, el punto de partida es revisar que elementos son de fácil consecución y de esta manera adaptar el diseño. En la tabla 5 se registran los materiales y mano de obra presupuestados para la ejecución del proyecto.

Al evaluar el costo total con los beneficios de la comunidad y el costo que generaría interconectar esta zona se registra la viabilidad financiera de la presente solución como opción para el suministro de energía eléctrica. En la tabla 6 se muestra la proyección que se tiene del proyecto calculado en pesos colombianos por 15 años, partiendo de la inversión inicial (año cero) y tomando el valor de la tasa de incremento fijo anual (2,5 %) para el mantenimiento del sistema.

Tabla 4
Resumen resultados.

VARIABLE	ECUACION	RESULTADO DEL MODELO
Estiércol requerido en kg EF al día	$CE = Br * \frac{kg\ EF}{kg\ ST} * \frac{kg\ ST}{m^3\ Biogas}$	180,31 $\frac{kg\ EF}{Día}$
Estiércol requerido en kg	$Er = \frac{CE}{\%MSO}$	367,36 kg estiércol
Poder calorífico superior PCS = H	$H = [n * H(CO2) + n * H(H2O)] - [n * H(CH4) + n * H(O2)]$	890 330 $\frac{kJ}{kmol}$
Despejar de: $PCS - PCI - m_{H_2O} h_{fg}$ PCI Poder calorífico Interior en $\frac{kJ}{kg}$	$PCI = PCS + m_{H_2O} h_{fg}$	27 478,8 $\frac{kJ}{kg}$
Convertir $\frac{kJ}{kg} a \frac{kJ}{m^3}$	$PCI \left(\frac{kJ}{m^3}\right) = \frac{PCI \left(\frac{kJ}{kg}\right)}{0,83}$	33 106,99 $\frac{kJ}{m^3}$
Potencia consumida por el motor	$P = Fc * PCI$	45 871,15 $\frac{kJ}{h}$
Fc' = Consumo de biogas calculado con el poder calorífico específico H_u	$Fc' = \frac{P}{Hu}$	2,29 $\frac{m^3}{h}$
Cantidad de biogas requerido optimo	$Br op = Br + \%Br$	11 939,21 $\frac{l}{Día}$
Cantidad de masa solida orgánica	$MSO = \frac{Br\ op}{250 \frac{l}{kg\ MSO}}$	47,76 kg MSO
Cantidad de estiércol producido	$CEP = \frac{MSO}{0,13 \frac{kg\ MSO}{kg\ estiércol}}$	367,36 kg estiércol
Cantidad de estiércol producido p.v.	$CEP\ p.v. = \frac{MSO}{0,05 \frac{kg\ estiércol}{p.v.}}$	7 347,2 kg p.v.
Peso vivo real requerido	$PVR = CEP\ p.v. * \left(\frac{24\ h}{\text{tiempo de retención } \frac{h}{Día}}\right)$	16 030,26 kg p.v.
Cantidad de reses	$Cant\ reses = \frac{PVR}{400 \frac{kg}{res}}$	40 reses
Carga diaria	Carga diaria = CEP + 4*CEP(1 agua)	1 836,8 $\frac{l}{Día}$
Carga diaria fs	Carga diaria fs = carga diaria + carga diaria * 22%	2 240,9 $\frac{l}{Día}$
Volumen del biodigestor	$Volumen = TR * Carga\ diaria\ fs$	2 240,9 $\frac{l}{Día}$
Despejando el radio de $V = \pi r^2 l$. Donde r= radio y l= longitud	$r = \sqrt[3]{\frac{94,12\ m^3}{16 * \pi}}$	r = 1,23 m D = 2,46 m l = 20 m
Producción por hora	$Carga\ diaria\ fs * \frac{l}{Día} * \frac{Día}{24\ h}$	93,37 $\frac{l}{h}$
Producción en $\frac{m^3}{s}$	Producción por hora * $\frac{m^3}{1000\ l}$ * $\frac{h}{3600\ s}$	0,0259 * 10⁻³ $\frac{m^3}{s}$
Área	$A = \frac{\pi * D^2}{4}$	1,27 * 10⁻³ m^2
Flujo volumétrico	$v = \frac{Q}{A}$	0,2 $\frac{m}{s}$
Número de Reynolds	$Re = \frac{D * v * \rho}{\mu}$	1 388,47
Pérdidas de energía	$hl = f * x * \frac{1}{D} * x * \frac{v^2}{2g}$	10,83 m
Diferencia de presión	$\Delta p = \gamma H_L$	153,1 $\frac{N}{m^2} = 0,0015\ bar$
Diámetro para agujero de adecuación al motor	$A_g = \frac{1}{4} * d_g^2 * \pi$ $A_g = \frac{f_c}{c_g}$	0,111 mm ² Y el diámetro es de 11,88 mm, esta es la apertura que se le realizara al Venturi para que conduzca el biogás

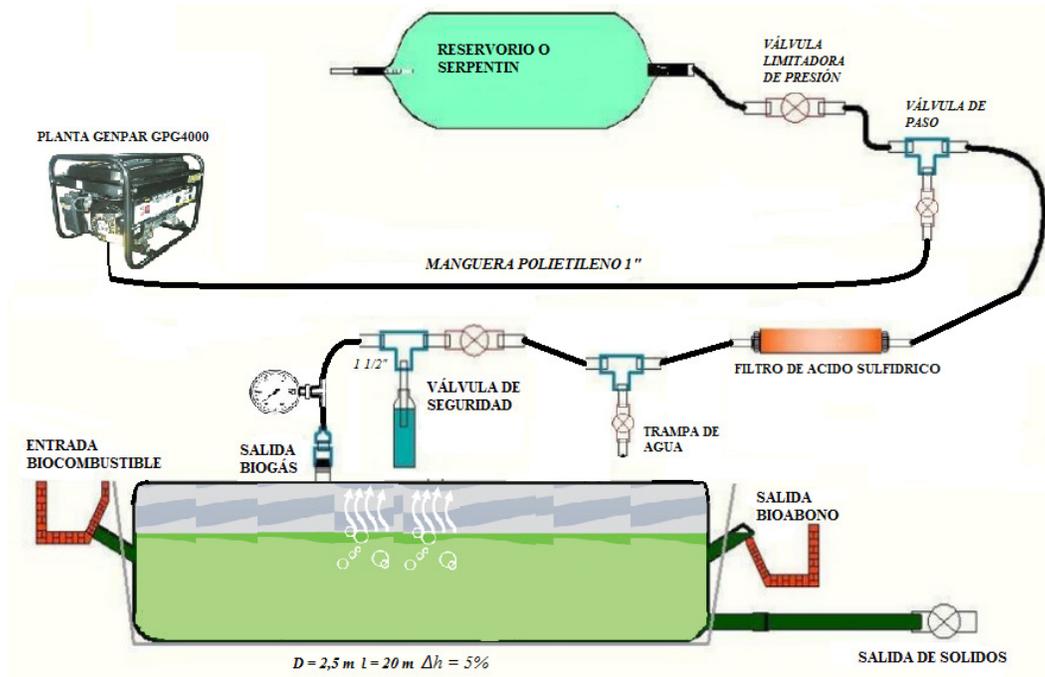


Figura 5. Esquema final del biodigester modelo Paratebueno.

Tabla 6
Proyección a 20 años.

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
1	MATERIALES	
	TUBO PVC 3"	\$841.814
	TUBO PVC 1/2"	\$1.317.862
	PLASTICO TIPO BIODIGESTOR	\$6.037.904
2	MANTENIMIENTO	
	COSTO OPERARIO - MANTENIMIENTO	\$8.069.367
	SUBTOTAL	\$16.266.947
	TOTAL	\$16.266.947

Valor Actual Neto (V.A.N.)

Este valor es la suma de los valores de todos los flujos netos de caja que tendrá el proyecto, sin incluir el valor de la inversión inicial. Si el valor de esta suma es positivo, el proyecto será rentable. Para nuestro caso el valor del V.A.N. se detalla en la tabla 7.

Ya que el resultado es positivo, el proyecto es rentable.

Tabla 7
V.A.N. del proyecto.

	INVERSIÓN INICIAL	INGRESOS	EGRESOS
AÑO 0	\$ 34.033.480,00		0
AÑO 1	-	\$ 5.758.753,60	\$ 907.150,00
AÑO 2	-	\$ 6.409.492,76	\$ 929.828,75
AÑO 3	-	\$ 7.133.765,44	\$ 953.074,47
AÑO 4	-	\$ 7.939.880,93	\$ 976.901,33
AÑO 5	-	\$ 8.837.087,48	\$ 1.001.323,86
AÑO 6	-	\$ 9.835.678,36	\$ 1.026.356,96
AÑO 7	-	\$ 10.947.110,02	\$ 1.052.015,88
AÑO 8	-	\$ 12.184.133,45	\$ 1.078.316,28
AÑO 9	-	\$ 13.560.940,53	\$ 1.105.274,19
AÑO 10	-	\$ 15.093.326,81	\$ 1.132.906,04
AÑO 11	-	\$ 16.798.872,74	\$ 1.161.228,69
AÑO 12	-	\$ 18.697.145,36	\$ 1.190.259,41
AÑO 13	-	\$ 20.809.922,79	\$ 1.220.015,90
AÑO 14	-	\$ 23.161.444,06	\$ 1.250.516,29
AÑO 15	-	\$ 25.778.687,24	\$ 1.281.779,20
TOTAL	\$ 34.033.480,00	\$ 202.946.241,56	\$ 16.266.947,27
TOTAL		\$ 186.679.294,29	

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno es la tasa que hace que el valor del V.A.N. de una inversión sea igual a cero. La tasa de retorno para el proyecto es igual a:

Tabla 5
Presupuesto.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	MATERIALES				
	GENPAR GENERADORES GPG4000	UND	1	\$1.699.900	1699900
	CEMENTO	BULTO 50 KG	80	\$25.900	\$2.072.000
	CONCRETO 4000PSI	M3	10	\$320.000	\$3.200.000
	BLOQUE No 5 30x12x20cm	UND	150	\$530	\$79.500
	ARENA DE RIO	BULTO 40 KG	2	\$13.900	\$27.800
	VARILLA 1/2 CORRUGADA	6MTS	20	\$11.200	\$224.000
	TUBO PVC 3"	6MTS	2	\$22.900	\$45.800
	TUBO PVC 1/2"	3MTS	3	\$23.900	\$71.700
	PLASTICO TIPO BIODIGESTOR	ML	50	\$6.570	\$328.500
	ACCESORIOS DE PVC, CODOS, ADAPTADORES HEMBRAS Y MACHOS, T, REDUCCIONES, TAPONES Y LLAVES, LIMPIADOR, TEFLON PEGANTE	GL	1	\$50.000	\$50.000
	ARANDELAS DE EMPAQUE DE 20 CM DE DIÁMETRO, CON AGUJEROS AL CENTRO DE 1/2"	UND	50	\$200	\$10.000
	ARANDELAS EN ACRÍLICO O SIMILAR DE 19 CM DE DIÁMETRO, CON AGUJEROS AL CENTRO DE 1/2"	UND	50	\$500	\$25.000
	TIRAS DE NEUMÁTICO O EMPAQUE DE CAUCHO DE 5 CM DE ANCHO POR 8 O 10 METROS DE LONGITUD	MTS	4	\$3.500	\$14.000
	CARPA SOLAR	UND	1	\$100.000	\$100.000
	LLAVES DE BOLA 1/2,	UND	2	\$8.000	\$16.000
	HERRAMIENTAS	GL	1	\$600.000	\$600.000
	TRANSPORTE	GL	1	\$800.000	\$800.000
2	MANO DE OBRA				
	EXCAVACIÓN DE LA FOSA	3*20mts	1	\$950.000	\$950.000
	EXCAVACIÓN DE ENTRADA Y SALIDA	UND	2	\$100.000	\$200.000
	CONSTRUCCION Y PAÑETE TANQUE ENTRADA Y SALIDA	UND	2	\$120.000	\$240.000
	DÍA OPERARIO EN CONEXIONES DE GAS SUPERVISIÓN	UND	5	\$280.000	\$1.400.000
	DÍA OPERARIO EN CONEXIONES DE GAS CAPACITACIÓN	1 DIA	1	\$280.000	\$280.000
	DISEÑO	UND	1	\$2.300.000	\$2.300.000
	ADECUACIONES	UND	1	\$800.000	\$800.000
	HORA DE RECOLECCION	UND	365	\$20.000	\$7.300.000
	INSTALACION	UND	1	\$1.700.000	\$1.700.000
	VIATICOS	GL	1	\$1.200.000	\$1.200.000
	SUBTOTAL				\$25.734.200
3	ADMINISTRACIÓN	1	1		\$2.573.420
4	IMPREVISTOS	1	1		\$1.286.710
5	UTILIDAD 15%	1	1		\$4.439.150
	TOTAL				\$34.033.480

ITEM	DESCRIPCION	VALOR PARCIAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
1	MATERIALES				
	TUBO PVC 3"	\$45.800	\$46.945	\$48.119	\$49.322
	TUBO PVC 1/2"	\$71.700	\$73.493	\$75.330	\$77.213
	PLASTICO TIPO BIODIGESTOR	\$328.500	\$336.713	\$345.130	\$353.759
2	MANTENIMIENTO				
	COSTO OPERARIO - MANTENIMIENTO		\$450.000	\$461.250	\$472.781
	SUBTOTAL	\$25.734.200	\$907.150	\$929.829	\$953.074
	TOTAL	\$34.033.480	\$907.150	\$929.829	\$953.074

ITEM	DESCRIPCION	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
1	MATERIALES				
	TUBO PVC 3"	\$50.555	\$51.818	\$53.114	\$54.442
	TUBO PVC 1/2"	\$79.143	\$81.122	\$83.150	\$85.229
	PLASTICO TIPO BIODIGESTOR	\$362.603	\$371.668	\$380.959	\$390.483
2	MANTENIMIENTO				
	COSTO OPERARIO - MANTENIMIENTO	\$484.601	\$496.716	\$509.134	\$521.862
	SUBTOTAL	\$976.901	\$1.001.324	\$1.026.357	\$1.052.016
	TOTAL	\$976.901	\$1.001.324	\$1.026.357	\$1.052.016

ITEM	DESCRIPCION	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
1	MATERIALES				
	TUBO PVC 3"	\$55.803	\$57.198	\$58.628	\$60.094
	TUBO PVC 1/2"	\$87.359	\$89.543	\$91.782	\$94.077
	PLASTICO TIPO BIODIGESTOR	\$400.245	\$410.251	\$420.508	\$431.020
2	MANTENIMIENTO				
	COSTO OPERARIO - MANTENIMIENTO	\$534.909	\$548.281	\$561.988	\$576.038
	SUBTOTAL	\$1.078.316	\$1.105.274	\$1.132.906	\$1.161.229
	TOTAL	\$1.078.316	\$1.105.274	\$1.132.906	\$1.161.229

ITEM	DESCRIPCION	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
1	MATERIALES				
	TUBO PVC 3"	\$61.596	\$63.136	\$64.714	\$66.332
	TUBO PVC 1/2"	\$96.429	\$98.839	\$101.310	\$103.843
	PLASTICO TIPO BIODIGESTOR	\$441.796	\$452.841	\$464.162	\$475.766
2	MANTENIMIENTO				
	COSTO OPERARIO - MANTENIMIENTO	\$590.439	\$605.200	\$620.330	\$635.838
	SUBTOTAL	\$1.190.259	\$1.220.016	\$1.250.516	\$1.281.779
	TOTAL	\$1.190.259	\$1.220.016	\$1.250.516	\$1.281.779

$$\sum_{i=1}^N VPI_i = \sum_{i=1}^N VPC_i \quad (3)$$

Donde,

- VPI_i : Valor actual de los gastos.
- VPC_i : Valor actual de los ingresos previstos.

Reemplazando los valores, se tiene que:

$$i\% = 23\% \quad (4)$$

De acuerdo a los resultados obtenidos en cada método para determinar la viabilidad del proyecto, se observa que en todos es viable la ejecución del proyecto.

Periodo de recuperación

El periodo de recuperación es el tiempo en que el inversionista recuperará la inversión. Sin embargo este método no tiene presente el valor del dinero en el tiempo, ni el hecho de que después de recuperada la inversión se pueden tener pérdidas o ganancias. Conociendo los ingresos y egresos que tiene el proyecto se obtiene el patrimonio al finalizar cada año, en la tabla 8 se registran los flujos de caja.

Tabla 8

Periodo de recuperación.

	INGRESOS	EGRESOS	PATRIMONIO
AÑO 0		-\$ 34.033.480,00	-\$ 34.033.480,00
AÑO 1	\$ 5.758.753,60	\$ 907.150,00	-\$ 29.181.876,40
AÑO 2	\$ 6.409.492,76	\$ 929.828,75	-\$ 23.702.212,39
AÑO 3	\$ 7.133.765,44	\$ 953.074,47	-\$ 17.521.521,42
AÑO 4	\$ 7.939.880,93	\$ 976.901,33	-\$ 10.558.541,82
AÑO 5	\$ 8.837.087,48	\$ 1.001.323,86	-\$ 2.722.778,21
AÑO 6	\$ 9.835.678,36	\$ 1.026.356,96	\$ 6.086.543,20
AÑO 7	\$ 10.947.110,02	\$ 1.052.015,88	\$ 15.981.637,33
AÑO 8	\$ 12.184.133,45	\$ 1.078.316,28	\$ 27.087.454,50
AÑO 9	\$ 13.560.940,53	\$ 1.105.274,19	\$ 39.543.120,84
AÑO 10	\$ 15.093.326,81	\$ 1.132.906,04	\$ 53.503.541,61
AÑO 11	\$ 16.798.872,74	\$ 1.161.228,69	\$ 69.141.185,65
AÑO 12	\$ 18.697.145,36	\$ 1.190.259,41	\$ 86.648.071,60
AÑO 13	\$ 20.809.922,79	\$ 1.220.015,90	\$ 106.237.978,49
AÑO 14	\$ 23.161.444,06	\$ 1.250.516,29	\$ 128.148.906,26
AÑO 15	\$ 25.778.687,24	\$ 1.281.779,20	\$ 152.645.814,29

Como se observa, el año en que se recupera la inversión inicial es el año seis.

Análisis costo beneficio

Los costos del proyecto están conformados por los recursos adquiridos para la producción del biogás y los beneficios son los valores de los servicios generados por el proyecto. Con estos valores se halla la diferencia, y es viable siempre y cuando los beneficios sean mayores a los costos.

Teniendo en cuenta el valor agregado que este proyecto implica, debido a que es de interés social y los beneficios más significativos son intangibles.

- Costo beneficio del primer año.

Con el precio por un año del costo de la gasolina, sin tener en cuenta el transporte se tiene:

$$R\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{VPI}{VPE} = \frac{\$3978860}{\$7788081} = 0,51 \quad (5)$$

Donde:

- $R(B/C)$ = Relación Beneficio - costo.
- VPI = Valor presente de ingresos.
- VPE = Valor presente de egresos.

Debido a que el resultado es menor a 1, se hace un cuadro con la proyección a los 15 años para ver el comportamiento que tienen los costos y beneficios del proyecto.

En la tabla 9 se comparan los costos y beneficios que se tendrían para el proyecto con proyección a 15 años. El valor que se le aumenta a cada año es el de mantenimiento (\$200000) y accesorios (\$50000), el cual se contempla año de por medio. Cabe mencionar que se contempla una tasa de crecimiento anual para el valor de la gasolina igual al 11,3 % (MinMinas, 2014). Cuando el proyecto empieza a dar utilidad el inversionista puede manejar un excelente margen y aun así se beneficiaría la comunidad.

Tabla 9

Costo - Beneficio del proyecto.

AÑO	VALOR COSTO TOTAL	TOTAL BENEFICIO	R(B/C)
0	\$ 34.033.480,00	\$ 5.758.753,60	0,17
1	\$ 34.233.480,00	\$ 12.168.246,36	0,36
2	\$ 34.483.480,00	\$ 25.711.504,55	0,75
3	\$ 34.683.480,00	\$ 54.328.409,12	1,57
4	\$ 34.933.480,00	\$ 114.795.928,47	3,29
5	\$ 35.133.480,00	\$ 242.563.796,85	6,90
6	\$ 35.383.480,00	\$ 512.537.302,74	14,49
7	\$ 35.583.480,00	\$ 1.082.991.320,70	30,44
8	\$ 35.833.480,00	\$ 2.288.360.660,64	63,86
9	\$ 36.033.480,00	\$ 4.835.306.075,93	134,19
10	\$ 36.283.480,00	\$ 10.217.001.738,44	281,59
11	\$ 36.483.480,00	\$ 21.588.524.673,31	591,73
12	\$ 36.733.480,00	\$ 45.616.552.634,71	1241,82
13	\$ 36.933.480,00	\$ 96.387.775.717,15	2609,77
14	\$ 37.183.480,00	\$ 203.667.370.090,33	5477,36
15	\$ 37.383.480,00	\$ 430.349.153.000,87	11511,75

Conclusiones

Al hacer la evaluación del estiércol la opción como recurso energético que se adapta mejor a las necesidades identificadas, es el estiércol de ganado vacuno por su disponibilidad, volumen, potencial energético, beneficios para el fortalecimiento de los suelos, estandarización de los procesos, replicabilidad e incluso en la recolección. El estiércol porcino es foco de lombrices y parásitos capaces de infectar al hombre y el suelo por lo que

además no es recomendable como abono. El estiércol de bobino como recurso energético al ser totalmente gestionable no genera sobrecostos para la producción de energía eléctrica. Se convierte en una solución viable para las zonas no interconectadas o para soluciones donde se pueda implementar como fuente secundaria, al no necesitar el soporte de otra fuente de respaldo. Además es la fuente de abono más recomendable para el tratamiento y fortalecimiento de los suelos.

Este modelo se basa en abastecer con una fuente no convencional de energía renovable aportando al desarrollo sostenible ya que aumenta la productividad del usuario final y la calidad de vida y al bienestar social sin deteriorar el medio ambiente. Se evidencia un mejoramiento en la producción ya que el suministro de energía eléctrica será ininterrumpido, por lo tanto el proceso productivo tendrá una fuente secundaria de energía garantizando un suministro de energía continuo.

Los municipios de Cundinamarca donde hay mayor disponibilidad de ganado vacuno son Paratebuena y Puerto Salgar. De acuerdo a las características de cada municipio (el recurso energético se adapta mejor a un sistema con alta temperatura promedio del lugar y la disponibilidad de espacio que se tenga) se determinó que el lugar que más se adaptaba para aplicar masivamente el biodigestor como sistema de generación de energía eléctrica era Paratebuena.

El biogás necesario para accionar la planta y generar 3 kWh es 2,24 m³, teniendo presente cuanto genera una res en promedio se determina que para satisfacer por cinco horas el predio son necesarias 40 reses con un peso promedio de 400 kg para un ciclo de vida promedio de cuatro años.

La operación, el manejo, la seguridad, el mantenimiento, vida útil, la inversión inicial y la presión del biogás son características que se tuvieron presentes para determinar el tipo de biodigestor que se emplearía. El resultado obtenido es que el tipo de biodigestor más apropiado para la zona y el tipo de residuo a ser empleado es el tubular (Taiwán). Su inversión inicial es baja facilitando su aplicación, las altas temperaturas en climas cálidos hacen que el tiempo de retención sea menor, además su fácil limpieza y mantenimiento permiten que se tenga un buen manejo del afluente y se garantice un buen funcionamiento del biodigestor.

La conducción del biogás es un punto a favor ya que todos los elementos son de fácil adaptabilidad y consecución comercial, aun teniendo en cuenta el desgaste o posibles daños en los equipos, por lo que es importante realizar un mantenimiento periódico que incluya funciones preventivas, correctivas y predictivas, esto se cumple teniendo en cuenta las recomendaciones y comentarios con los cuales se puede sacar el mayor provecho de la vida útil del sistema.

La evaluación costo beneficio indica que el desarrollo del proyecto es viable a partir del tercer año. Si se realiza

el análisis del V.A.N. tenemos un resultado positivo, y por lo tanto decimos que el proyecto es rentable. Durante los 15 años de vida útil que se proponen, es posible establecer un excelente margen mayor o igual al 15 %, además de contribuir con un proyecto de interés social para abastecer las zonas no interconectadas aportando al desarrollo de un país, lo que desencadena un alto potencial de aplicación intensiva con una relación gana-gana para tanto para el ejecutor como para el usuario final.

La generación de energía eléctrica a partir de biodigestores causa afectaciones positivas a nivel tecnológico y social ya que es un método de aplicación que promueve la autonomía energética, además de abastecer la demanda básica con electricidad, y ambiental ya que es amigable con el medio ambiente evitando las emisiones de óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono.

Referencias

- Alvarez, B., y Perdomo, I. (2012). *Diseño de una planta de generación de energía eléctrica a partir de biomasa (estiércol vacuno o bovino) para la finca villa inés macarena meta y estructuración de un manual de procedimientos de diseño e instalación*. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas)
- Basalo, A. (2006). *Cálculo de poder calorífico sustancias químicas puras*.
- Calle, R. (2012). Biomasa: Bioenergía para el empleo. En *Congreso nacional del medio ambiente CONAMA2012* (p. 4-147).
- Congreso de Colombia. (2014, Mayo). *Ley no. 1715 por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*. (República de Colombia)
- Corporación Ema. (2012, Diciembre). *Determinación de inversiones y gastos de administración, operación y mantenimiento para la actividad de generación en zonas no interconectadas utilizando recursos renovables bogotá d.c.* (Informe final para la CREG)
- García, K., y Ortíz, S. (2010). *Biogás*. Retrieved from <http://www.slideshare.net/sortizrodriguez/biogas-15251329>
- Guardado, J. (2014). *Tecnología del biogás*. Retrieved from www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia34/HTML/articulo03.htm
- Martí, J. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano*. Cooperación Bolivia Alemania GTZ Energía.
- MinMinas. (2014). *Circular precios de la gasolina julio 31 de 2014*. (Ministerio de Minas y Energía, República de Colombia)

- Mitzlaff, K. (1988). *Engines for biogas: Theory - modification - economic operation*. Vieweg+ Teubner Verlag.
- Romero, L., Zapata, H., Valles, C., y Vesga, D. (2003). *Energías renovables: Descripción, tecnologías y usos finales*. UPME Unidad de Planeación Minero Energética.
- Sinópoli, C., Mansilla, F., Onufriuk, C., Dell, J., Díaz, R., y Rolando, A. (1999). *Uso de biogás en motores*.
- Téllez, C. (2008). *Diseño y selección de elementos para una planta de biogás*. (Universidad Austral de Chile)
- UPME. (2003). *Formulación de un programa básico de normalización para aplicaciones de energías alternativas y difusión*. (ANC-0603-19-01)

Diseño de un prototipo de monitoreo vehicular en zona urbana utilizando sistema operativo Android

Designing an urban vehicle monitoring prototype using Android operating system

Wbeymar Carvajal P.
ZTE Colombia

wcarvajalp@correo.udistrital.edu.co

Johann S. Orozco L.
Claro S.A.

jsorozcol@correo.udistrital.edu.co

El prototipo planteado en este artículo busca ayudar a minimizar el congestionamiento de las vías, permitiendo a los usuarios de una empresa ya sea pública o privada, conocer la ubicación de los vehículos pares. Se desarrolló una aplicación móvil en la cual un usuario puede conocer las últimas 20 posiciones de otro, y sabrá si está retrasado o adelantado con respecto a este. Además podrá deducir si hay congestión o no por la distancia que haya entre estos 20 puntos mostrados, ya que la diferencia de tiempo entre estos es de solo un minuto. También tiene la posibilidad de un aplicativo Web donde se puede ver todos los usuarios que han estado conectados y la ubicación que han tenido en todo momento, esto permite tener un registro de la posición de los vehículos y con esto poder generar estrategias que permitan prestar un mejor servicio.

Palabras clave: Android, monitoreo, vehículos

The prototype proposed in this paper aims to help minimize the congestion of the roads, allowing users of a company whether public or private, the location of the pairs vehicles. We developed a mobile application in which a user can to know the latest 20 positions of the others and to know if is delayed or advanced with respect to this. It also may be deducted if there is congestion or not according the distance between the 20 points shown as the time difference between these it is only 1 minute. It also has the possibility of a Web application where you can see all users have been connected and location that have had at all times, this allows to keep track of the position of vehicles and thereby to generate strategies to render a better service.

Keywords: Android, monitoring, vehicles

Introducción

En este artículo se reflejan los procesos desarrollados para el diseño del prototipo de monitoreo vehicular en

zona urbana, el cual fue planteado como una solución al problema de movilidad presente en muchas ciudades del país, donde los conductores de diferentes servicios públicos y privados necesitan conocer la ubicación de otros usuarios (Uppoor, Trullols-Cruces, Fiore, y Barcelo-Ordinas, 2014).

Este prototipo fue planteado para ser desarrollado en sistema operativo Android (Martínez, Barreto, y Wanomen, 2014). Este toma muestras desde el usuario final (cliente del aplicativo Android) para compilarlas en una base de datos que alberga toda la información. Esta información es utilizada para el ingreso a la plataforma y para administrar la ubicación de todos los usuarios conectados. Cuando el usuario hace un ingreso correcto a la plataforma se conecta por medio de tecnología *restfull* al servidor y envía su ubicación al servidor cada determinado tiempo permitiendo a los demás usuarios conocer la ubicación de los otros usuarios conectados (Farfán, Quevedo, y Hernández, 2012).

Fecha recepción del manuscrito: Agosto 29, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Septiembre 22, 2014

Wbeymar Carvajal P., ZTE Colombia; Johann S. Orozco L., Claro S.A.

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Johann Smit Orozco Larrota. Email: johannorozcol@gmail.com

Este sistema es controlado desde un servidor Web apache con servicios Web restfull, el cual registra los usuario, habilita permisos, y almacena la información en bases de datos, además permite conocer la ubicación de todos los usuarios conectados, ya sea uno a uno o todos al mismo tiempo (Safaripour, Khendek, Glitho, y Belqasmi, 2014).

El sistema fue desarrollado de tal manera que permite a todos los usuarios conocer la ubicación exacta en latitud y longitud a través de la utilización de la aplicación Maps de google, de cualquier usuario conectado a la aplicación cliente en el momento de hacer la consulta al servidor (Meng, Zhao, y Xu, 2012).

Metodología

Dentro de la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se optó por la utilización de herramientas de desarrollo libre, como lo son Netbeans (Java) y el aplicativo XAMPP (que permite la descarga de servidor Apache, de MySQL, FileZilla, Mercury), y Eclipse que es otra plataforma de desarrollo Java para el diseño de aplicaciones en el sistema operativo móvil Android.

Debido a la gran problemática vehicular que se vive en las grandes y pequeñas ciudades principales del mundo se requiere diseñar un prototipo de monitoreo vehicular que permita mantener un informe casi en tiempo real que mantenga informada una central de cuales son los recorridos más convenientes para rutas particulares ya sean escolares o de empresas (Li et al., 2014).

Este tipo de información se compila en una base de datos controlada desde un aplicativo Web, el cual permitirá no solo controlar la información generada por el aplicativo cliente (aplicativo de Android instalado en cada equipo y asignado a un vehículo), si no poder generar usuario y perfiles para estos usuario a fin de llevar un consolidado con los datos recibidos como lo son: posición, velocidad de recorrido, entre otros.

La problemática de nuestra ciudad, así como la de muchas ciudades no sólo de nuestro país sino de muchas partes del mundo, es poder generar un control en tránsito ciudadano, al menos en el tránsito no particular, (servicio público o rutas vehiculares). Estos vehículos son los mayores culpables del mal rendimiento de tráfico vehicular. En nuestra ciudad Bogotá, se han creado puestos de trabajo informales encargados de medir los tiempos de retraso entre un vehículo y otro en el caso de los buses de servicio publico, lo cual a ayudado a tener un mejor control de la ubicación de los vehículos en rutas y la diferencia de tiempos entre ellas. No solo buses de servicio publico necesitan conocer la ubicación de sus demás compañeros, esta necesidad también se ve en empresas dedicadas al reparto de mercancía o al transporte de personal de empresas.

Esto ha ayudado, pero al no ser un trabajo formalizado se ve opacado por no tener una correcta organización ni funcionamiento. Además, al ser informal cualquier persona

se ubica en un punto y lo hace, no genera un reporte preciso de la ubicación y se da una sobre demanda del servicio. El objetivo primordial es optimizar el trabajo de las personas que están ubicadas en ciertos puntos de la ciudad utilizando aplicativos Android y WEB encargados de dar un reporte más preciso del movimiento de todos los vehículos en tránsito, y que se pueda generar una consulta, primero más precisa, y segundo más general del trayecto de todos estos vehículos en tránsito, consiguiendo con esto optimizar el trabajo y mejorando el proceso de reportes de ubicación entre vehículos. Esto no solo mejora la movilidad en la ciudad sino que permite el mejor manejo de la ubicación, mejorando los ingresos para conductores de servicio público y privado y permitiendo prestar un servicio de mejor calidad a los usuarios.

El desarrollo de la herramienta sigue los principios básicos definidos en ingeniería de software, en particular el modelo en cascada o ciclo de vida del software (Fig. 1) (Ramone, 2012).

1. Planificación: Realiza un estudio de factibilidad del software así como contemplar los posibles costos que pueden surgir mediante su implementación.

2. Análisis y diseño de requerimientos: Involucra la identificación de las características que guían para determinar las funcionalidades del software de acuerdo al medio donde se pretende implementar. Es muy importante notar que trata de responder a las preguntas ¿Quiénes intervienen en el uso del Software?, ¿Qué restricciones tendrá el software?

3. Diseño: Se identifica y describe las abstracciones del software y cumplir con los requerimientos plasmando todas esas características en un diseño que permite visualizar y contemplar adicionalmente situaciones no previstas.

4. Implementación: Realizar las pruebas pertinentes y verificar que se cumplen con las características identificadas.

5. Operación y mantenimiento: Se instala dentro del ambiente, dependerá que pasará a partir de ahí, ya que esta etapa aún puede considerar nuevamente la existencia de características que no han sido contempladas y/o características innecesarias, implicando la modificación del software para la adaptación de estas anomalías.

6. Crecimiento y cambio: Se evalúa el software de modo que se determina si se puede emplear dentro de la nueva tecnología no afectando la integridad del mismo, de modo que si no es posible que exista una adaptación a lo nuevo, el proceso de diseño del software nuevamente se repite desde el principio

Resultados

La Fig. 2 detalla el diagrama estructural del software.

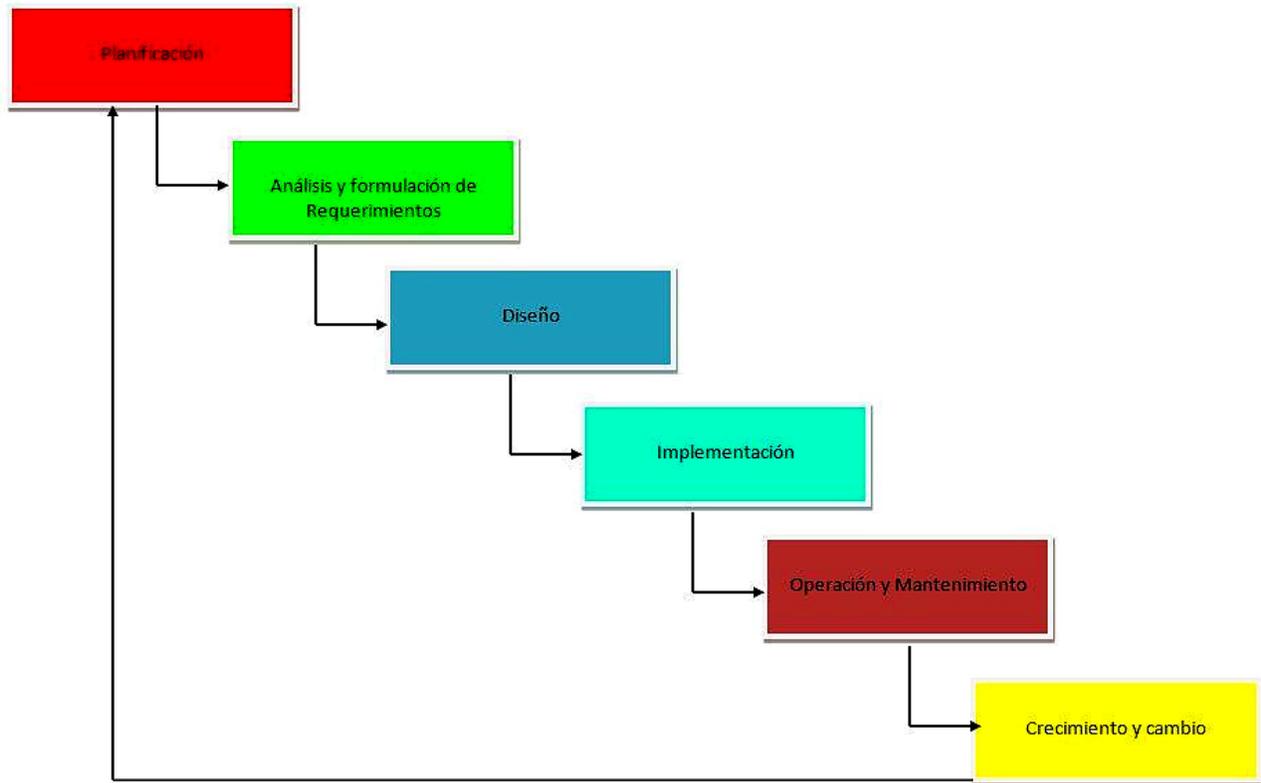


Figura 1. Modelo de cascada (Ramone, 2012).

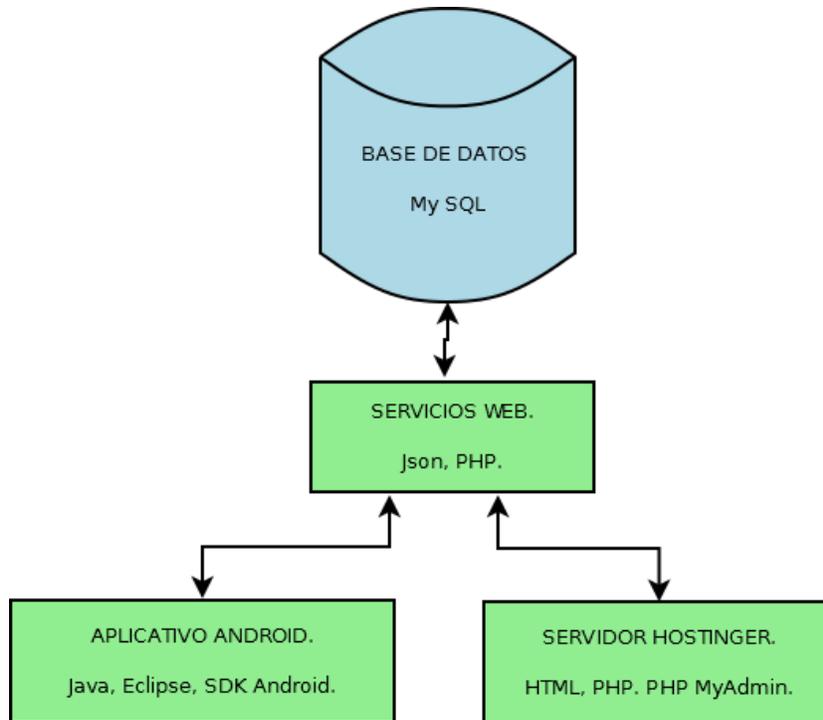


Figura 2. Diagrama de software.

Servicios Web

Los servicios Web utilizados están montados sobre tecnología JSON (Javascript Object Notation). Este formato utilizado por plataformas de desarrollo Java. Es el más simple y ligero para intercambio de datos y no requiere el uso de XML.

Se optó por la utilización de este tipo de comunicación entre cliente y servidor por:

- Siendo un estándar que se encuentra integrado dentro de las plataformas de desarrollo Java, no es necesario importar librerías para su utilización.
- El flujo de datos entre cliente y servidor se limita solo a la información útil. Es decir, no utiliza ningún tipo de protocolo para el envío. Aunque esto puede verse mal para la seguridad, dado el tipo de aplicación donde la información que se envía no tiene ningún nivel de confidencialidad es más que suficiente.
- La sencillez de su código e implementación, tanto en la plataforma Netbeans para el aplicativo WEB, como en Eclipse para el aplicativo Android.

Acceso a servicios Web desde Tracking Location

Dentro del aplicativo Android desarrollado en la plataforma Eclipse se utilizó JSON para establecer la comunicación con el servidor en diferentes momentos de uso del App.

Servicios en plataforma Web

En el aplicativo WEB se generó un único archivo PHP que contiene todos los métodos asociados a los servicios WEB sobre JSON.

Diagrama de metodología de acceso

En el prototipo existen dos tipos de usuario: un usuario cliente y un usuario Admin. Cada uno con permisos de acceso diferentes. En las Fig. 3 y Fig. 4 se muestran los diagramas de la metodología de acceso de cada usuario tanto al aplicativo Web, como al aplicativo Android.

Aplicativo Android (Tracking Location)

El aplicativo Android creado para el proyecto, llamado TRACKING LOCATION, permite la localización de otros usuarios a través de GPS y el uso de un servidor.

Cuando se selecciona un usuario, y se hace una conexión correcta con el servidor, este mostrara las últimas 20 posiciones almacenadas en la base de datos (Fig. 5).

Estando dentro de Maps, se tiene la opción de ver cual posición es (enumeradas del 1 al 20), que día y a que horas fue registrada, simplemente parándose sobre cada uno de los indicadores (Fig. 6). Al retroceder se volverá al listado de usuarios conectados, y se podrá seleccionar otro para conocer

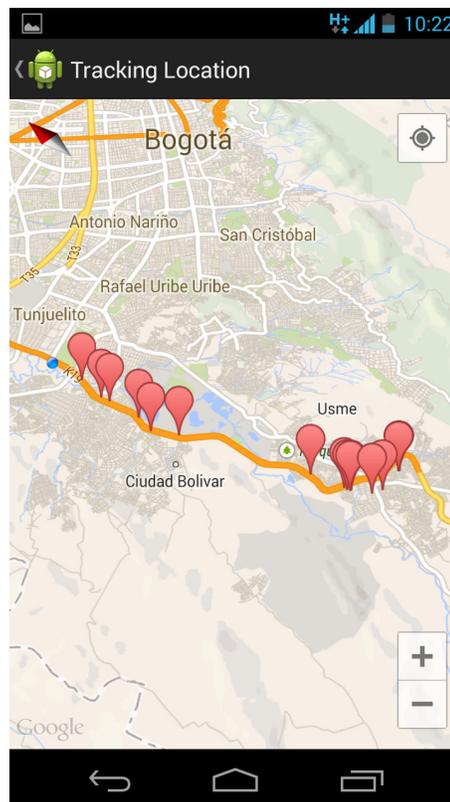


Figura 5. Dibujo de las últimas 20 posiciones.

su ubicación. La Fig. 7 muestra un diagrama de todas las actividades programadas dentro de la aplicación, y el enlace entre cada una de ellas.

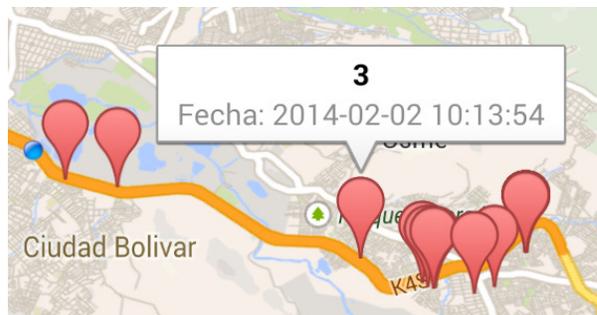


Figura 6. Información de cada indicador.

Aplicación Web

Para el diseño de la aplicación Web se utilizó la plataforma de desarrollo Netbeans 7.3, la cual permite la programación en HTML5 y CSS3. Adicional a esto se utilizó el aplicativo XAMPP que contiene el servidor Apache y MySQL, que son los de interés. Además, para los formularios y el registro de usuarios se manejo el lenguaje PHP que va ligado al HTML, pero que a comparación de este no se

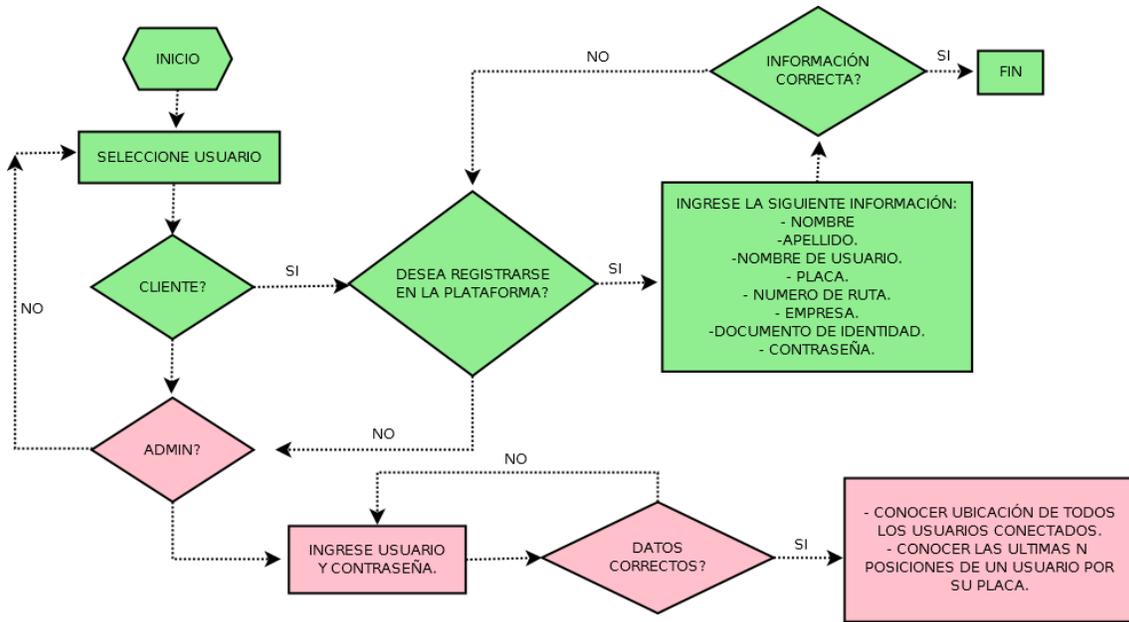


Figura 3. Diagrama de acceso aplicativo WEB.

resuelve por el navegador sino por el servidor Apache que proporciona el XAMPP. En la Fig. 8 se muestra el diagrama de la arquitectura del prototipo de monitoreo vehicular desarrollado.

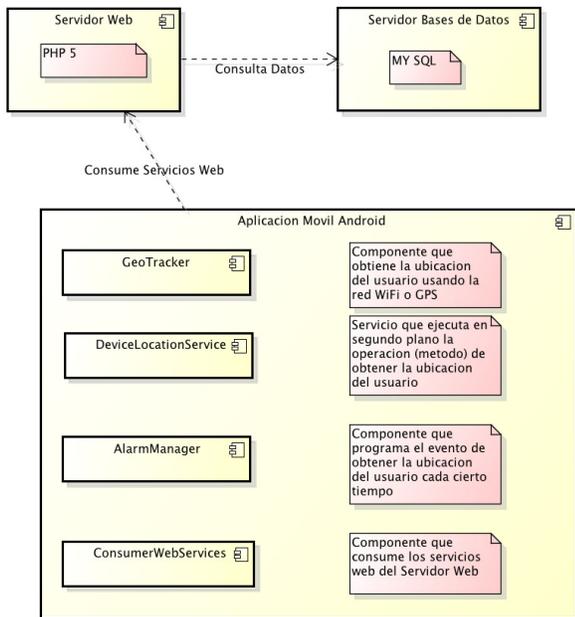


Figura 8. Arquitectura.

de estrés utilizando la página <https://loadimpact.com>, la cual permite simular varios usuarios simultáneos utilizando la página en un tiempo determinado. Nuestro servidor se encuentra en USA, y la prueba fue realizada desde un servidor encontrado en Singapur (Fig. 9).

La prueba consistió en agregar 50 usuarios gradualmente durante un periodo de cinco minutos. Al llegar al límite de 50 usuarios se detiene la prueba. La Fig. 10 muestra los tiempos de carga de los usuarios y la cantidad de usuarios en el momento.

Se puede observar que el tiempo de carga de los usuarios varía entre uno y tres segundos, con un comportamiento constante sin importar el número de usuarios conectados. El test también muestra una tabla donde se detallan los tiempos de cargo y el número total de peticiones de la página inicial y de cada uno de los elementos que componen la página (Fig. 11).

Por ultimo, el sistema también entrega unas gráficas (Fig. 12) con los tipos de contenidos y sus tiempos de carga.

Se realizó el mismo test con la URL <http://monitoreocar.esy.es/api/funtions.php>, la cual contiene los servicios, es decir, es el lugar donde se realiza toda la interacción en segundo plano (Fig. 13 y Fig. 14).

Se puede observar un tiempo promedio de respuesta de 268,45 ms. Además, en la gráfica se puede apreciar como el servidor empieza a tardar más tiempo en responder después del usuario 30.

Pruebas de estrés

Para corroborar que la página soporte cierta carga de usuarios y baja latencia de usuarios, se realizó una prueba

Conclusiones

El prototipo de monitoreo vehicular desarrollado puede ser utilizado por cualquier empresa publica o privada

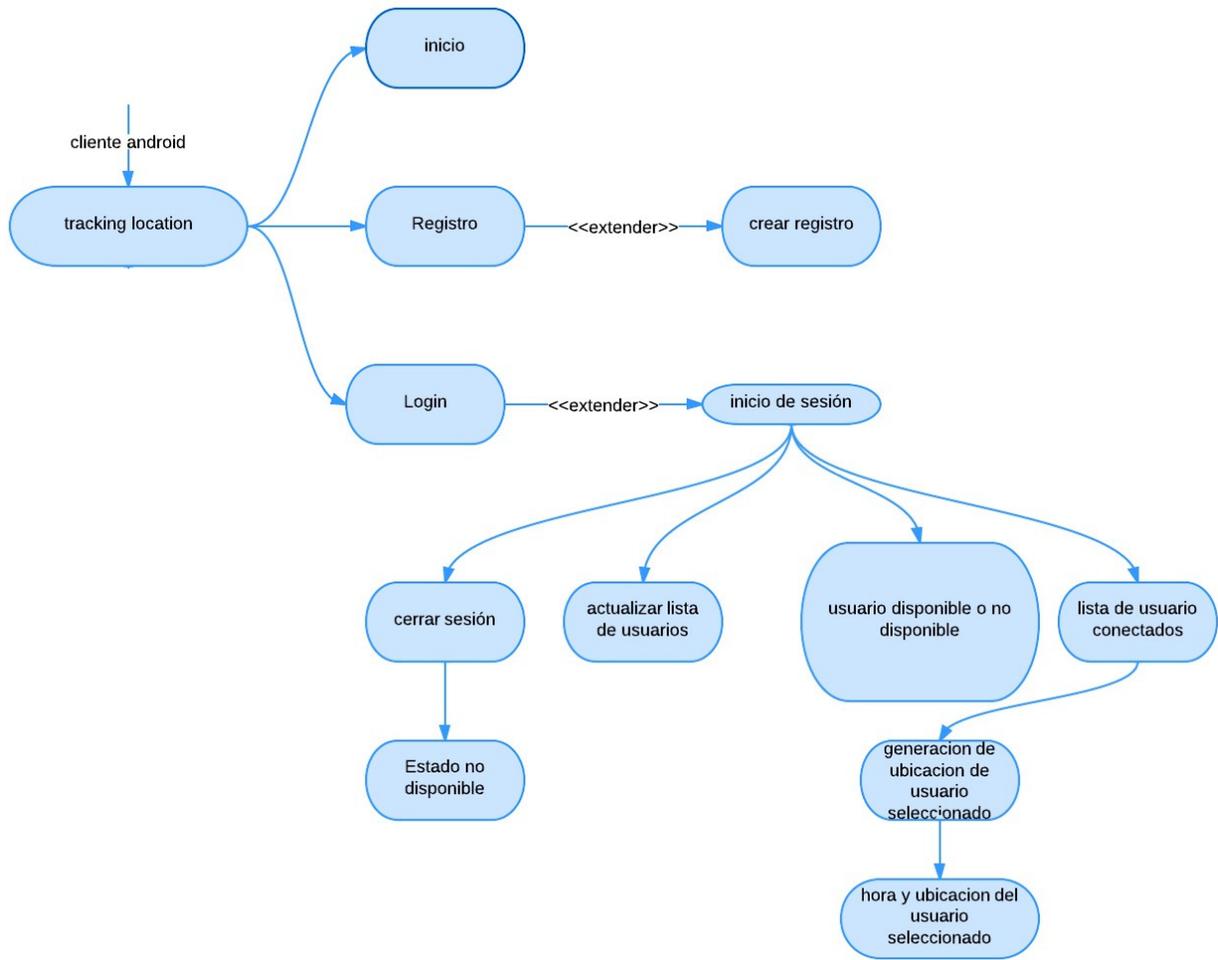


Figura 7. Diagrama actividades aplicación.

Martínez, L., Barreto, M., y Wanomen, L. (2014). Aplicativo para ubicación de sitios turísticos en bogotá a través de dispositivos tablet (samsung galaxy tab 10.1, touchpad y xyboard 10.1) implementando realidad aumentada y geolocalización por proximidad. *Tekhnê*, 11(1), 5-8. (ISSN 1692-8407)

Meng, J., Zhao, H., y Xu, Y. (2012). Power failure monitoring and locating system based on google maps. En *2012 fourth international conference on computational and information sciences (iccis)* (p. 337-340).

Ramone, M. (2012, Febrero). *Ingeniería del software. modelo en cascada*. Retrieved from [http://](http://ingenexescom.blogspot.com/2012/02/modelo-en-cascada.html)

ingenexescom.blogspot.com/2012/02/modelo-en-cascada.html

Safaripour, R., Khendek, F., Gliho, R., y Belqasmi, F. (2014). A restfull architecture for enabling rapid development and deployment of companion robot applications. En *2014 international conference on computing, networking and communications (icnc)*.

Uppoor, S., Trullols-Cruces, O., Fiore, M., y Barcelo-Ordinas, J. (2014). Generation and analysis of a large-scale urban vehicular mobility dataset. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 13(5), 1061-1075.

Load test: Auto-generated (lunes, 10 de febrero de 2014 11:08:25 p. m.)

Target URL: <http://monitoreocar.esy.es/> Test result public URL: <http://loadimpact.com/load-test/monitoreocar.esy.es-8584da>

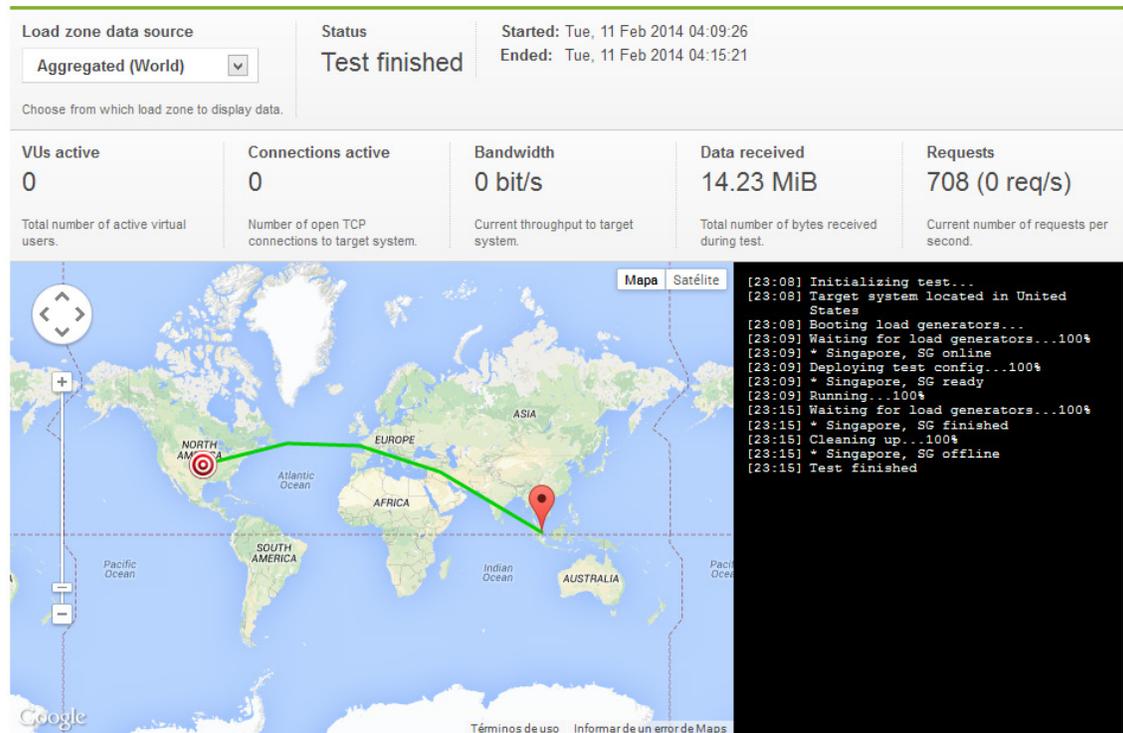


Figura 9. Test Loadimpact.

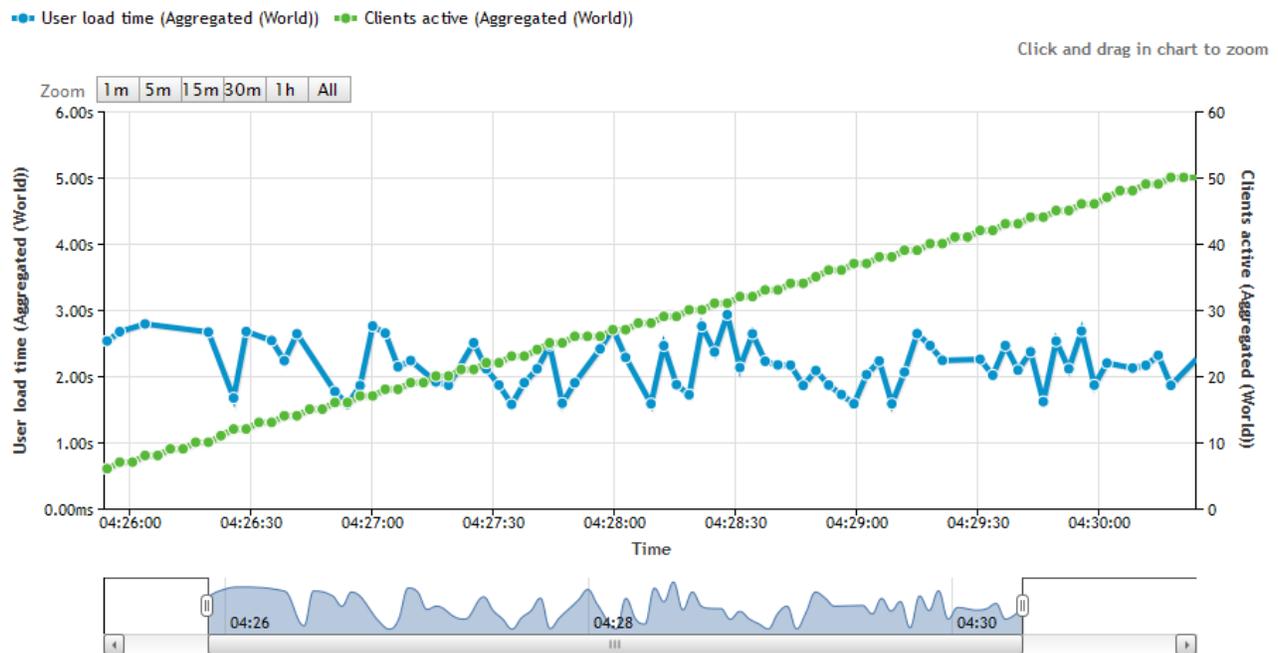


Figura 10. Gráfica tiempo de carga de usuario vs usuarios conectados.

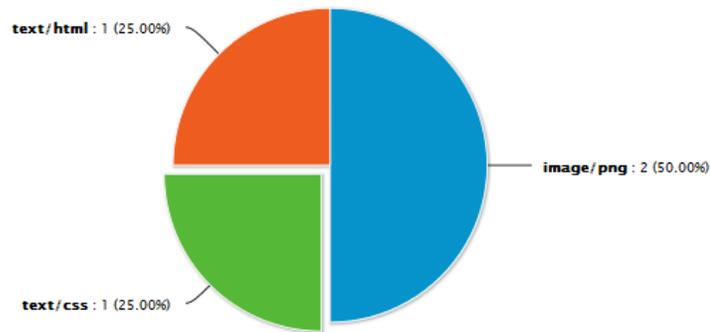
Show 25 URLs

URL	Load zone	User scenario	Successful	Failed	Last avg
http://monitoreocar.esy.es/	Aggregated (World)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	173	16	0.00ms
http://monitoreocar.esy.es/	Tokyo, JP (Amazon)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	173	16	0.00ms
http://monitoreocar.esy.es/bg.png	Aggregated (World)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	163	0	1.00s
http://monitoreocar.esy.es/bg.png	Tokyo, JP (Amazon)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	163	0	1.00s
http://monitoreocar.esy.es/div.png	Aggregated (World)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	163	0	193.15ms
http://monitoreocar.esy.es/div.png	Tokyo, JP (Amazon)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	163	0	193.15ms
http://monitoreocar.esy.es/monitoreo.css	Aggregated (World)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	170	0	1.6m
http://monitoreocar.esy.es/monitoreo.css	Tokyo, JP (Amazon)	Auto-generated (martes, 11 de febrero de 2014 11:24:43 p. m.)	170	0	1.6m

Figura 11. Tabla de tiempos de carga promedio de los usuarios.

URL content type distribution

Click on slice to highlight rows in URL table



URL content type load time distribution

Click on slice to highlight rows in URL table

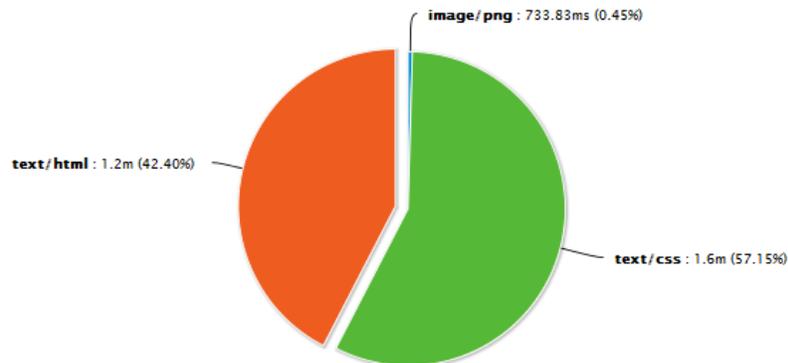


Figura 12. Gráficas de contenidos.

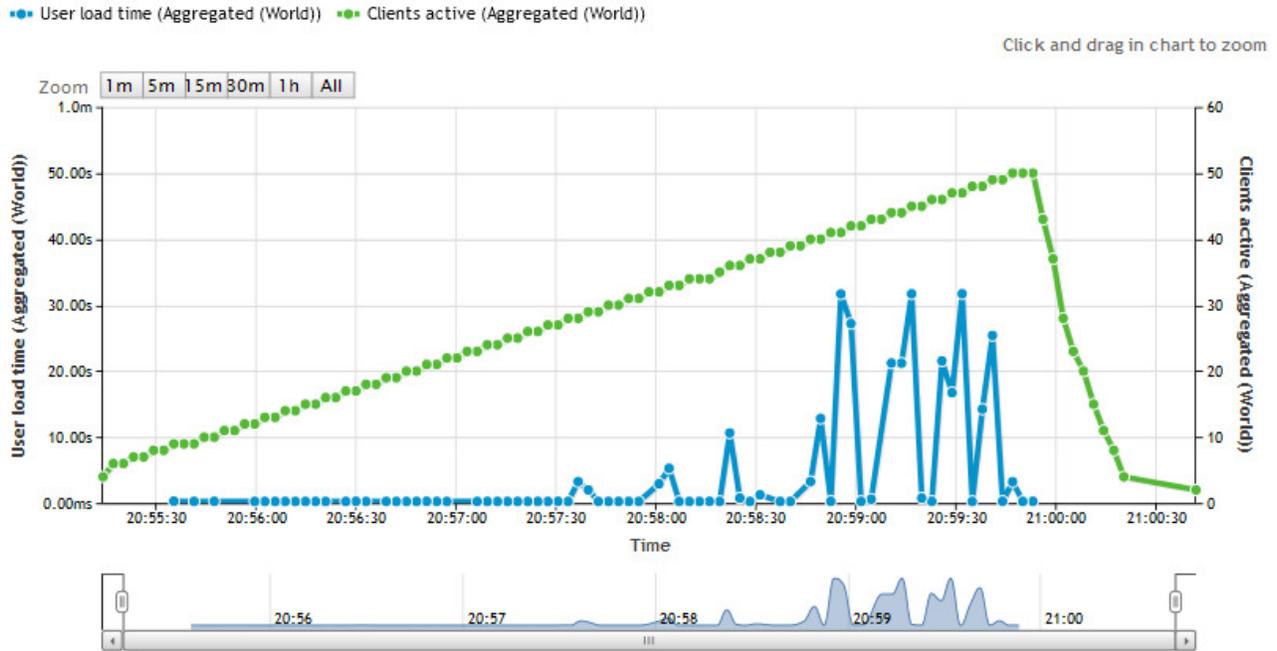


Figura 13. Gráfica tiempo de carga de usuario vs usuarios conectados test 2.

Show 10 URLs

URL	Load zone	User scenario	Successful	Failed	Last avg
http://monitoreocar...es/api/functions.php	Aggregated (World)	Auto-generated (miércoles, 12 de febrero de 2014 8:53:01 p. m.)	173	20	268.45ms
http://monitoreocar...es/api/functions.php	Ashburn, US (Amazon)	Auto-generated (miércoles, 12 de febrero de 2014 8:53:01 p. m.)	173	20	268.45ms

Figura 14. Tabla de tiempos de carga promedio de los usuarios test 2.

Diseño e implementación de una red Mesh sobre UHF para sistemas de emergencia

Design and implementation of a Mesh network over UHF for emergency systems

Liecken Rodríguez Grosso

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
lieckenr@hotmail.com

Holman Montiel Ariza

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
hmontiel@udistrital.edu.co

Tomando como referencia la necesidad del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE de hacer un monitoreo permanente en la ciudad de Bogotá, y más específicamente, en zonas con alta vulnerabilidad de desastre natural, tal como lo es, el deslizamiento de tierra, se pensó en realizar una red de comunicación para enviar mediciones captadas por sensores de vibración terrestre en zonas de alto riesgo de deslizamientos de tierra. Para lograr esto, se realizó un estudio de factibilidad tecnológica, con el fin de encontrar dispositivos electrónicos de telecomunicación que faciliten efectuar la conexión a una frecuencia específica en la banda UHF (300 MHz - 3 GHz), analizando diferentes factores, tales como: potencia de transmisión, capacidad de tráfico de datos, velocidad de transmisión, distancias de cobertura, directividad de antenas, latencias del tráfico, etc. Luego de llevar a cabo este estudio, evaluando tecnologías como WI-FI, Bluetooth y XBee, se logró determinar que la tecnología XBee es la más apropiada para efectuar la conexión, toda vez que cuenta con dispositivos que transmiten y reciben datos en una frecuencia específica dentro del rango de UHF utilizando protocolos como ZigBee o DigiMesh (una derivación de ZigBee) y se ajustan a los requerimientos de tasa de datos y distancias por cubrir, lo cual se ve reflejado en la optimización de recursos para el desarrollo del proyecto.

Palabras clave: Comunicación inalámbrica, frecuencia ultra alta, red de comunicaciones

Referencing the necessity of the Prevention Fund and Emergency FOPAE making a permanent monitoring in the city of Bogotá, and more specifically, in areas with high vulnerability to natural disasters, such as it is, the landslide was thought to perform a communication network to send captured by earth's vibration sensors in areas of high risk of landslides measurements. To accomplish this, we conducted a study of technological feasibility, in order to find electronic telecommunication devices that facilitate us to make the connection to a specific frequency in the band UHF (300 MHz - 3 GHz), analyzing different factors, such as transmission power, data traffic capacity, transmission speed, distance coverage, antenna directivity, traffic latency, etc. After conducting this study, evaluating technologies such as WI-FI, Bluetooth and XBee, it was determined that the XBee technology is most appropriate for connection, since it has devices that transmit and receive data at a specific frequency within the UHF range using protocols such as ZigBee or DigiMesh (a derivation of ZigBee) and conform to the requirements of data rate and distance to cover, which is reflected in the optimization of resources to the project.

Keywords: Communication network, uhf, wireless communication

Introducción

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE tiene como misión dirigir, coordinar y orientar el Sistema Distrital de Gestión de Riesgos SDGR y promover políticas, normas, planes, programas y proyectos con el fin

de reducir los riesgos para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población de Bogotá (Escobar, 2009).

En las temporadas invernales de Bogotá, se presentan deslizamientos de tierra en localidades colindantes con la zona montañosa u oriental de la ciudad, dejando a su paso diferentes estragos como el derrumbamiento de casas, evacuación de cientos de familias de sus hogares, infinidad

de pérdidas materiales, y aún más importantes, pérdidas humanas.

Esta situación con el paso del tiempo ha empeorado, debido a que por diferentes factores como la explosión demográfica, el conflicto interno colombiano, entre otros, cada vez más personas construyen hogares en lugares de la ciudad con alto riesgo de deslizamiento, sin tener en cuenta las posibles estrategias de control territorial establecidas en la ciudad de Bogotá.

De acuerdo con la misión del FOPAE, la problemática surge por la necesidad de supervisar constantemente la ciudad de Bogotá y, con mayor precisión (en esta investigación), de detectar deslizamientos de tierra antes de que este tipo de eventos afecten principalmente personas y bienes, con el fin de prevenir las pérdidas.

Si bien en el país hay sistemas de detección de movimientos de tierra, en la actualidad no existe un sistema que pueda ser controlado por el FOPAE para alarmar a los residentes de un sector propenso a deslizamientos de tierra cuando un evento de este tipo sea detectado. Es decir, el FOPAE no cuenta con la información en tiempo real sobre la presencia de un movimiento terrestre. Por consiguiente, el FOPAE, buscando la manera de prever estos movimientos de tierra, y con el fin de actuar oportunamente ante la comunidad mediante alertas y desalojos, pretende implementar un centro de monitoreo de zonas en condición de vulnerabilidad de deslizamiento de tierras, utilizando herramientas tecnológicas que midan las vibraciones terrestres en diferentes puntos de la ciudad, y de esta manera mitigar los daños en caso de presentarse un evento de este tipo.

El FOPAE instalará sensores de vibración terrestre en algunas zonas de Bogotá con mayor probabilidad de deslizamientos. Con el fin de colaborar con el propósito del FOPAE, la labor de esta investigación se centra en tomar los datos enviados por los sensores ubicados en diferentes puntos de la ciudad y enviarlos a la central de monitoreo controlada por el FOPAE. Para ello se elabora una red de comunicación confiable y estable, utilizando dispositivos con capacidad de

recibir y transmitir los datos obtenidos por los sensores de vibración terrestre.

Este artículo documenta el marco de referencia tenido en cuenta para la elaboración del proyecto, los dispositivos utilizados con sus características y los resultados obtenidos tras efectuar pruebas en diferentes condiciones. Al analizar las necesidades de comunicación, así como las bandas de frecuencia y las tecnologías existentes (Wi-Fi, Bluetooth y XBee), se determinó que la tecnología XBee sería la más apropiada para efectuar la conexión. Bajo dicha selección, y profundizando en el estudio de la tecnología XBee, se encontraron cuatro frecuencias de funcionamiento de los dispositivos: 2.4 GHz, 900 MHz, 868 MHz y 865 MHz (Labiod, Afifi, y de Santis, 2007). Esto brinda un amplio rango de selección, el cual, fue filtrado por aspectos como: ocupación del espectro, permisos legales y potencias máximas permitidas en Colombia (Congreso de Colombia, 2009).

Fue así que finalmente se seleccionó el módulo de comunicación de datos XBee-PRO 900HP. Primero debido a la restricción que se tiene legalmente para utilizar las frecuencias de 868 MHz y 865 MHz, y segundo, a la gran cantidad de dispositivos y tecnologías existentes compartiendo la banda de los 2.4 GHz, con lo cual se pensó que el espectro radioeléctrico que se vería más libre de interferencias estaría ubicado en la banda de los 900 MHz.

Metodología

Estudio tecnológico

Luego de realizar un estudio de factibilidad tecnológico con el fin de encontrar la tecnología y los dispositivos que mejor se ajusten a las necesidades de desarrollo del proyecto, se seleccionó la tecnología enmarcada bajo el estándar IEEE 802.15.4, ya que dentro de sus bondades se encuentra un balance entre bajo consumo de energía (debido a bajas tasas de datos), y un amplio rango de cobertura física para los enlaces y conformación de la red de datos, esto sustentado en los requerimientos de bajo flujo de datos, apoyado en distintos protocolos de comunicación, como son:

- ZigBee, el cual está diseñado específicamente para bajo flujo de datos y aplicaciones de baja potencia.
- DigiMesh, el cual es un protocolo propietario Digi®, y además de brindar las mismas características de ZigBee, facilita la labor de configuración de los nodos e incrementa la factibilidad de uso en ambientes donde la cantidad de fallas de un nodo Router hace que la red presente muchos inconvenientes.

Protocolos de comunicación

ZigBee. El protocolo ZigBee define tres tipos de nodos: Coordinadores, Enrutadores y dispositivos finales, con el requerimiento de un coordinador por red. Mientras todos

Fecha recepción del manuscrito: Agosto 29, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Septiembre 22, 2014

Liecken Rodríguez G., Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Holman Montiel Ariza, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Holman Montiel Ariza. Email: hmontiela@udistrital.edu.co

los nodos pueden enviar y recibir datos, hay diferencias en los papeles específicos que juega cada uno (Fig. 1).

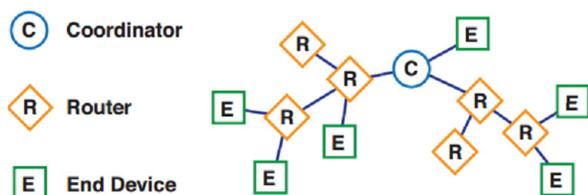


Figura 1. Red ZigBee (Digi International, 2008).

- **Coordinadores:** son los más capacitados de los tres tipos de nodos. Hay exactamente un coordinador en cada red y este es el dispositivo que establece la originalidad de la red. Está habilitado para almacenar información sobre la red, incluyendo claves de seguridad.

- **Enrutadores:** actúan como nodos intermediarios, entregando datos de otros dispositivos.

- **Dispositivos finales:** pueden ser dispositivos de baja potencia. Tienen bastante funcionalidad para hablar sobre sus padres (Coordinador y Enrutador) y no pueden entregar datos de otros dispositivos. Esta funcionalidad reducida permite para su potencial, reducir su costo.

ZigBee ofrece estas ventajas:

- Estándar abierto con interoperabilidad entre fabricantes.

- Opción de bajo costo, funciones reducidas en nodos finales.

Nodos DigiMesh. DigiMesh cuenta únicamente con un tipo de nodo, como una red homogénea. Todos los nodos pueden enrutar datos y son intercambiables. No hay una relación padre-hijo. Todos pueden ser configurables como dispositivos de baja potencia (Fig. 2).

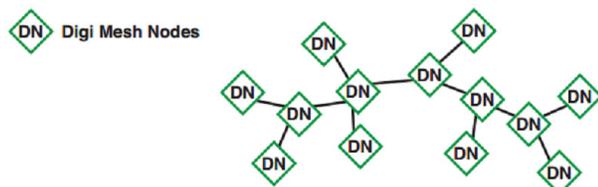


Figura 2. Red DigiMesh (Digi International, 2008).

Otros puntos importantes de comparación

Enrutadores durmientes. Permitir a un nodo dormir reduce el consumo de energía, lo cual es especialmente útil para nodos que son alimentados con batería. Normalmente, ZigBee permite dormir a dispositivos finales, pero no a coordinadores ni enrutadores. DigiMesh permite esta opción a todos los nodos, y de este modo incrementar la vida de la batería (Digi International, 2008).

Dormir es permitido por sincronización de tiempo. Algunos sistemas requieren un Gateway o coordinador para establecer el tiempo de sincronización. Una ventaja significativa de DigiMesh es que elimina un único punto de falla asociado con la entrega de datos en un coordinador o Gateway. En cambio, DigiMesh establece la sincronización de tiempo a través de la nominación y procesos de elección, habilitando la red para un funcionamiento autónomo.

Diferencias adicionales. Ya que ZigBee es un estándar abierto, este ofrece el potencial para la interoperabilidad con dispositivos hechos por diferentes fabricantes. Esto provee la disponibilidad de tener *en el aire* actualizaciones de firmware. Además, ZigBee brinda perfiles establecidos para aplicaciones comunes como el manejo de energía y controles de luz. Una buena selección de herramientas de soporte de diagnóstico, como paquetes de *sniffers* RF, están también disponibles (Digi International, 2008).

DigiMesh, como un protocolo propietario, es optimizado para un más ajustado control de espacio de código y por lo tanto más espacio para el incremento de características. Digi-Mesh está disponible sobre un amplio rango de plataformas y más opciones de flujo de datos RF. Las tramas de carga son generalmente más largas, las cuales pueden mejorar el tráfico para aplicaciones que envían largos bloques de datos. Adicionalmente, DigiMesh utiliza un método simplificado de direccionamiento, el cual mejora la organización de la red y disparos de fallas (tabla 1).

En conclusión se puede decir que el protocolo que brinda mayores facilidades de manejo y mejores características de operación para la aplicación específica es el protocolo DigiMesh porque brinda facilidades como:

- Disponibilidad para dormir en todos los nodos, lo cual representa ahorro de energía y una gran ventaja en el caso de una implementación utilizando baterías.

- Simplicidad en la configuración de la red y su expansión, esto se puede traducir también en grandes facilidades para la adición de algún nodo futuro en la red.

- Redes Mesh más robustas (sin dependencias padre/hijo), es decir, que según la necesidad, se puede llegar a tener miles de dispositivos trabajando en la misma red.

- Opciones de rango amplio, mas de 64 kilómetros para cada salto. Con lo cual se obtiene una amplia zona de cobertura del sistema o red.

- Tramas de carga largas.

Topología de red

De las topologías de red en las que puede trabajar el módulo XBee-PRO 900HP, la más apropiada para aplicar en el Centro de Monitoreo del FOPAE es la topología malla o Mesh (de su significado en inglés), toda vez que permite interconexión entre nodos y su confiabilidad es alta, puesto

Tabla 1

Cuadro comparativo (Digi International, 2008).

	ZigBee®	DigiMesh
Tipos de nodo, Beneficios	Coordinadores, Enrutadores, dispositivos finales. Dispositivos finales menos costosos por su reducida funcionalidad.	Un tipo, homogéneo. Mayor flexibilidad para expandir la red. Configuración de red simplificada. Incrementa la confiabilidad en ambientes donde los enrutadores pueden ir y venir debido a interferencias o daños.
Enrutadores durmientes, vida de la batería	Solamente dispositivos finales pueden dormir.	Todos los nodos pueden dormir. No un único punto de falla asociado con la entrega de datos sobre un Gateway o coordinador para mantener la sincronización de tiempo.
Actualizaciones de firmware	si	No programado comúnmente.
Opciones de amplio rango	Muchos dispositivos ZigBee tienen un rango de menos de 3.2 Kilómetros por cada salto	Disponible sobre XTend™, con un rango mayor de 64 Kilómetros para cada salto.
Carga, Tráfico	Arriba de 80 bytes	Arriba de los 256 bytes, dependiendo del producto. Tráfico mejorado para aplicaciones que envían lar-
		gos bloques de datos.
Tamaño del código	Más largos. Menos salas para el incremento de las características.	Más pequeños (alrededor de medio ZigBee PRO). Más salas para incrementar sus características.
Frecuencias soportadas y flujo de datos RF	Predominantemente 2.4 GHz (250 Kbps). 900 MHz (40 Kbps) y 868 MHz (20 Kbps) no disponible ampliamente.	900 MHz (10, 125, 150, 200 Kbps). 2.4 GHz (250 Kbps)
Seguridad	Encriptación AES. Puede bloquear redes y prevenir otros nodos que se quieran unir.	Encriptación AES.
Interoperabilidad	Potencial para interoperabilidad entre fabricantes.	Propietario
Tolerancia a la interferencia	DSSS	900 MHz: FHSS. 2.4 GHz: DSSS
Direccionamiento	Dos capas. Dirección MAC (64 bit) y dirección de red (16 bit)	Dirección MAC únicamente (64).
Mantenimiento	Más Sniffers y herramientas de diagnóstico disponibles en el mercado.	El direccionamiento más simple puede ayudar en el diagnóstico de problemas y configuración de la red.

que la caída de un solo nodo no compromete la totalidad de la red.

Características de topología Mesh en módulo XBee-PRO 900HP (Digi International, 2014).

- *Self-healing* (Auto-sanación): Cualquier nodo puede entrar o salir de la red en cualquier momento sin que la red falle en su totalidad.

- *Peer-to-peer architecture*: No se necesita jerarquización.

- *Quiet Protocol*: La sobrecarga de enrutamiento se reducirá mediante el uso de un protocolo reactivo similar a AODV.

- *Route Discovery* (Descubrimiento de ruta): En lugar de mantener un mapa de la red, las rutas serán descubiertas y creadas sólo cuando sea necesario.

- *Selective acknowledgements* (reconocimientos selectivos): Sólo el nodo de destino responderá a las solicitudes de ruta.

- *Reliable delivery* (Entrega confiable): Entrega fiable de datos se lleva a cabo por medio de acuses de recibo.

- *Sleep Modes* (Modos de Espera): Modos de baja potencia con sincronización de activación son soportados con esperas variables y tiempos de activación.

Transmisión de datos. La transmisión confiable de datos mediante la utilización de red Mesh se lleva a cabo utilizando reintentos y reconocimientos. El número de reintentos de la red de malla se determina por el parámetro *MR* (red de malla reintentos). Los paquetes de datos RF se envían hasta *MR + 1* veces a través de la ruta de la red, y los *ACK* (reconocimientos) se transmiten por el nodo receptor tras la recepción. Si un *ACK* de red no se recibe dentro del tiempo que le tomaría para que un paquete atraviese la red en dos ocasiones, se produce una retransmisión.

Enrutamiento. Un módulo dentro de una red Mesh es capaz de determinar rutas confiables utilizando algoritmo y tabla de enrutamiento. El algoritmo de enrutamiento utiliza un método reactivo derivado de AODV (Ad-hoc a petición de vector de distancia). Una tabla de enrutamiento asociativo se utiliza para asignar una dirección de nodo de destino a su próximo salto. Enviando un mensaje a la siguiente dirección de salto, bien sea que el mensaje llegue a su destino o sea remitido a un router intermedio que enruta el mensaje a su destino. Un mensaje con una dirección de difusión se transmite a todos los vecinos. Todos los routers que reciben el mensaje retransmitirán el mensaje *MT+1* veces y, finalmente, el mensaje llegará a todos los rincones de la red. El rastreo de paquetes impide que un nodo reenvíe un mensaje de difusión más de *MT+1* veces.

Configuración del XBee-PRO 900HP

Uno de los parámetros configurables más importantes del dispositivo es el Firmware del dispositivo. Con este parámetro se podrá definir básicamente la tasa de envío de

datos y la potencia de transmisión. Allí se podrá seleccionar entre Firmware de 200 Kbps o 10 Kbps. Cabe anotar que la variación en el rango de cobertura es significativo, teniendo (según el fabricante) alcances desde 305 m a 15.5 Km.

A continuación se encuentran diferentes opciones de configuración de los módulos, pero únicamente se hará mención de los parámetros que se pueden configurar y que ayudarán a establecer una comunicación conformando una red.

- Sección *MAC/PHY*

1. *HP* Preamble ID: puede ser cambiado para hacer que un grupo de radios no interfieran con otro grupo de radios en la misma vecindad.

2. *ID* Network ID: puede ser cambiado para mantener más lejos a los radios de la interferencia de otros equipos. Este ID debe coincidir después de que el patrón del preámbulo haya coincidido y la trama MAC se haya recibido. Viene por defecto con un valor de 7FFF.

3. *PL* Power Level: fija el nivel de potencia de transmisión. El nivel de potencia puede ser reducido del máximo, para reducir la corriente de consumo o para hacer pruebas.

4. *RR* Unicast Retries: este parámetro especifica el número de veces que un radio transmisor tratará de obtener un *ACK* del radio receptor, cuando envía un paquete.

5. *MT* Broadcast Multi-Transmits: este parámetro especifica el número de veces que un paquete de Broadcast es transmitido repetitivamente. Esto agrega redundancia que se traduce en confiabilidad.

- Sección *Network*

1. *CE* Routing/Messaging Mode: configuración del modo de operación del módulo.

2. *BH* Broadcast Hops: los saltos de transmisión para transmisión de datos broadcast. Fijar en cero para el radio máximo, si *BH* es fijado en un valor más grande que *NH*, entonces el valor de *NH* será utilizado.

3. *NH* Network Hops: el número máximo de saltos esperados a ser vistos en la ruta de la red. Este valor no limita el número de saltos permitidos, pero es utilizado para calcular intervalos de espera para acuses de recibido de red. Este parámetro es de suma importancia para el diseñador de la red, pues de este número, depende la comunicación y buen funcionamiento de la red, ya que un mal cálculo influiría en una posible inundación de un mismo paquete en el sistema, porque el dispositivo fuente no recibe un *ACK* de recibido y procede a reenviar el mensaje la cantidad de veces que se haya configurado en el parámetro *RR*. Por ejemplo, un XBee espera (un acuse de recibido) un tiempo igual a dos veces el tiempo que le toma a un paquete atravesar toda la red, es decir, si el dispositivo está trabajando con un firmware que realice una transmisión punto a punto de un paquete en 100 ms y el tamaño total de la red es de un salto, el dispositivo esperaría el *ACK* 200 ms para retransmitir su

paquete, proceso que realizará el número de veces que se le haya configurado en *RR*.

- Sección *Addressing*

1. *SH* Serial Number High: Los 32 bits superiores de la dirección única IEEE 64-bit del módulo.
2. *SL* Serial Number Low: Los 32 bits inferiores de la dirección única IEEE 64-bit del módulo.
3. *DH* Destination Address High: Los 32 bits superiores de la dirección de destino de 64-bits. Cuando se combina con *DL*, esta define la dirección de destino para la transmisión en modo transparente.
4. *DL* Destination Address Low: Los 32 bits inferiores de la dirección de destino de 64-bits. Cuando se combina con *DH*, *DL* define la dirección de destino utilizada para la transmisión en modo transparente. En esta opción de configuración, se va a ingresar en cada uno de los dispositivos ubicados en los nodos de medición, la dirección del módulo ubicado en la central de procesamiento de datos, con el fin de *apuntar* los demás dispositivos hacia este. Esa dirección, compuesta por *Address High* y *Address Low* se puede encontrar al reverso de cada dispositivo como se puede ver en la Fig. 3.



Figura 3. Dirección Física del dispositivo.

Como una de las grandes ventajas de la topología implementada, junto con la tecnología seleccionada, es la facilidad que tiene la red misma para enviar los paquetes a pesar de la pérdida de un enlace. Se puede pensar en las diferentes opciones que tendría un dispositivo *n* que haya perdido su enlace con la central para lograr comunicarse con dicha central de datos a pesar del percance (Fig. 4 y Fig. 5).

Con estos parámetros se puede construir la red, definiendo algunas funciones como la cantidad de saltos que puede dar un mensaje para llegar a su destino, tiempos de espera para acuses de recibo, modo de operación de los módulos y direccionamiento para el envío de mensajes *Unicast*, según sea la necesidad.

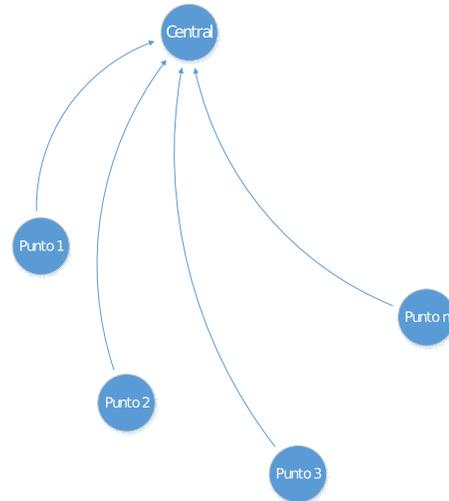


Figura 4. Modelo de red.

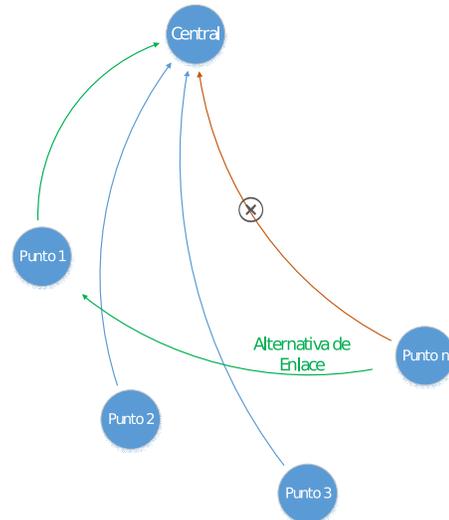


Figura 5. Falla en enlace.

Resultados

El enlace de comunicación se simuló con la ayuda de la herramienta *Radio Mobile*, de donde se realizó una comunicación entre el cerro de Sierra Morena y la Universidad Distrital Facultad Tecnológica. La ubicación de los dispositivos se muestra en la Fig. 6, donde se observa el módulo ubicado en la montaña y se denomina *cerro*, el cual se puede utilizar como un repetidor debido a la ubicación respecto al nodo *UD* y los posibles nodos que se ubiquen posteriormente a lo largo de la montaña. Con esta simulación del enlace se puede observar la viabilidad de la conexión, puesto que si esta no cuenta con niveles de recepción de potencia por encima de los requeridos por los dispositivos, la línea que se encuentra entre los nodos sería de color rojo

y entonces se necesitaría reubicar la antena o buscar la altura más apropiada para poder lograr realizar el enlace.

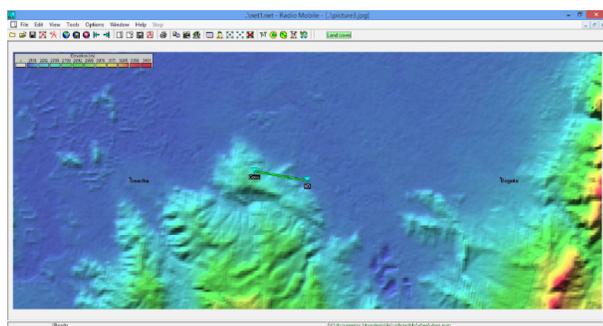


Figura 6. Plano del enlace.

A continuación se muestra la cobertura (en verde) del nodo *cerro* con la cual se puede validar las otras posibles ubicaciones para futuros nodos, además de una distribución de potencia a lo largo del plano, con la cual se pueden realizar cálculos para encontrar la mejor transferencia de datos con el nodo *cerro*, y finalmente lograr hacer llegar los datos a la central ubicada en el nodo *UD* (Fig. 7).

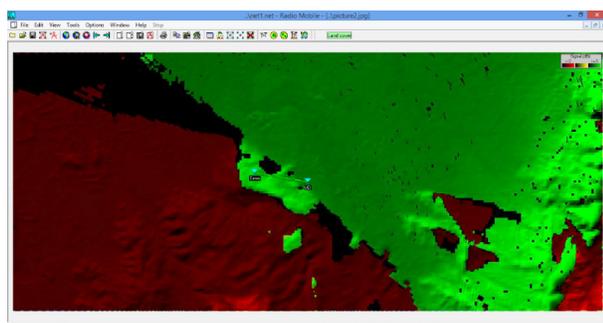


Figura 7. Área cobertura .

En la Fig. 8 se muestra un corte transversal del camino, utilizando Google Earth, donde se puede observar la distancia del enlace (2.12 km) y se podría hacer una idea del ambiente donde se va a trabajar mediante una foto satelital.

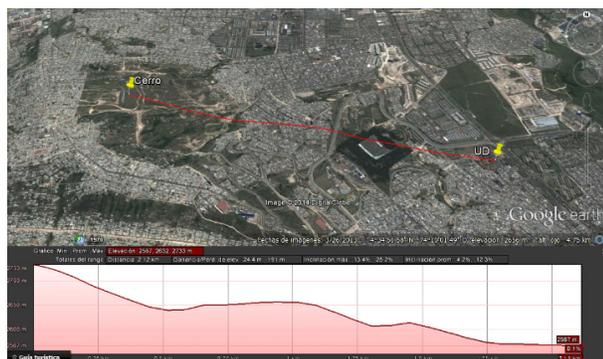


Figura 8. Foto satelital del enlace.

Adicionalmente se agregan imágenes del perfil de camino (Fig. 9) generado en el programa *Radio Mobile* y su herramienta denominada *Radio Link* (Fig. 10), la cual permite visualizar el estado del link, si es posible realizar dicho enlace o no, además de las pérdidas de espacio libre, distancia, nivel de recepción de potencia, distancia del enlace, zonas de Fresnel y altitud de los nodos, entre otros, concluyendo, gracias a la herramienta informática, que el enlace entre el nodo *cerro* y el nodo *UD* es óptimo y permite una comunicación sin mayores pérdidas y con gran confiabilidad.

Conclusiones

Se logra determinar que la tecnología que mejor se ajusta a los requerimientos o necesidades del sistema, es la tecnología basada en el estándar IEEE 802.15.4 ZigBee bajo un protocolo propietario denominado DigiMesh. La implementación del protocolo DigiMesh facilita la labor de configuración del dispositivo, limitando su parametrización al ingreso del direccionamiento y nivel de potencia requerido para su funcionamiento, obteniendo como resultado que el protocolo automáticamente determina las rutas de envío para lograr llegar a su destino.

Se encontró mediante un análisis teórico de tráfico, que el sistema permite un crecimiento mayor al 500% del parámetro inicial de 100 dispositivos en una misma red, puesto que, el factor de ocupación de un canal de comunicación es bastante bajo. Se Halló también que el comportamiento de los dispositivos en un ambiente compartido con tecnologías Wi-Fi y celular es óptimo, pues estas tecnologías no generan interferencias en los canales donde opera el módulo XBee-PRO 900HP.

Se optimizó el diseño con base en la relación de costos de los dispositivos, junto con el tráfico que transportaría el sistema, ya que esta tecnología incorpora el transporte de una baja cantidad de datos, buena capacidad de cobertura, buen precio de los módulos y finalmente un muy bajo consumo de energía comparado con otras tecnologías existentes en el mercado. Los equipos muestran un buen funcionamiento para implementaciones *indoor*, ya sea en ambientes con diferentes materiales como, hormigón, ladrillo, acrílicos, yesos, y adicionalmente bajo la inclusión de otros dispositivos electrónicos como computadoras, impresoras inalámbricas y diferentes objetos de oficina.

Referencias

Congreso de Colombia. (2009, Julio). *Ley 1341 de 2009 por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones tic, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones.*

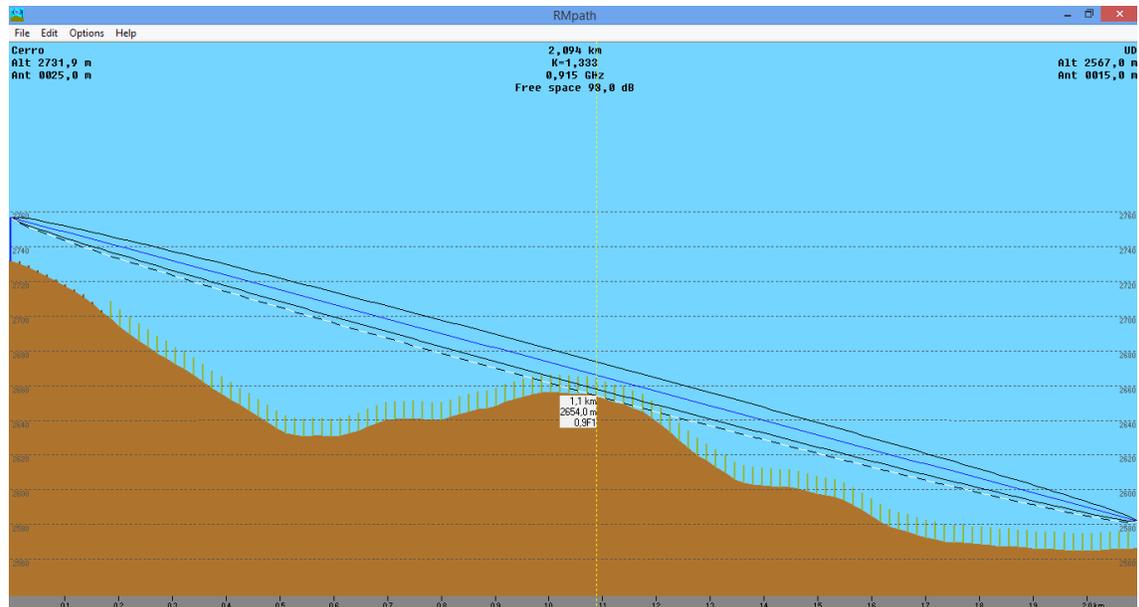


Figura 9. Perfil del camino.

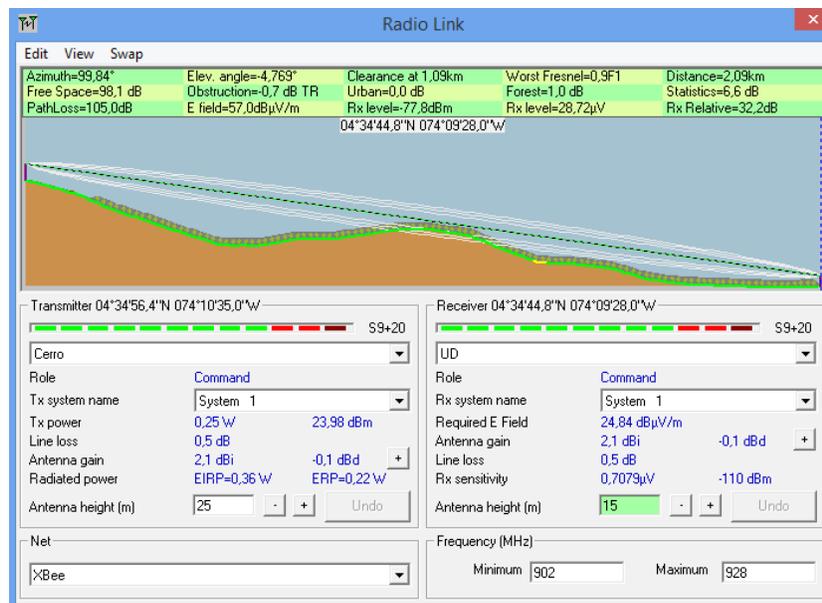


Figura 10. Radio Link.

Digi International. (2008). *Wireless mesh networking zigbee vs. digimesh*. (White paper)

Digi International. (2014, Febrero). *Xbee-pro 900hp/xbee-pro xsc rf modules*. (XBee-PRO RF Modules by Digi International)

Escobar, G. (2009). *Instrumentos para la gestión del riesgo en Bogotá*. DPAE Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - Secretaría de Gobierno.

Labiód, H., Afifi, H., y de Santis, C. (2007). *Wi-fi, bluetooth, zig-bee and wimax*. Springer. (ISBN 978-1-4020-5397-9)

Diseño de un software para el aprendizaje de las medidas eléctricas en circuitos DC

Design of an application for electrical measurements learning in DC circuits

Annyi L. Saavedra G.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Annyis24@hotmail.com

Esneider A. Vargas R.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Andres890508@hotmail.com

Fernando Martínez S.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
fmartinezsr@udistrital.edu.co

Este artículo muestra el desarrollo de una aplicación utilizada para resolver circuitos DC que ayuda a fortalecer el proceso de formación y aprendizaje en elementos de medidas eléctricas. La herramienta soportada en software fue desarrollada íntegramente en LabView, un instrumento amigable al usuario que lo puede orientar fácilmente, y que se compone de todos los aspectos relacionados con circuitos DC y el uso de diferentes instrumentos de medida utilizados en el curso (programa de Tecnología en Electricidad, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

Palabras clave: Amperímetro, instrumentación, software, teluometro, voltímetro

This paper shows the development of an application used for solving DC circuits that helps strengthen the educational process in learning the subject electrical measurements. The software-based tool was developed entirely in LabView, a user friendly tool which can address easily to the user's handling of it, and is composed of all the issues that relate to DC circuits and the use of different measuring instruments used in the course (Electrical Technology program, District University Francisco José de Caldas).

Keywords: Ammeter, instrumentation, software, tellurometer, voltmeter

Introducción

Este artículo muestra el desarrollo de un proyecto de investigación orientado al diseño de un software para el

aprendizaje de las medidas eléctricas en los circuitos DC. El propósito de este desarrollo consiste en proporcionar una herramienta estudiantil para el desarrollo de prácticas de laboratorio en las asignaturas relacionadas a la realización de mediciones eléctricas, electrotecnia, e instrumentación, en el plan de estudio de los proyectos curriculares Tecnología en Electricidad, e Ingeniería Eléctrica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, además de áreas afines a estas profesiones.

Fecha recepción del manuscrito: Agosto 29, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Septiembre 22, 2014

Annyi L. Saavedra G., Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Esneider A. Vargas R., Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Fernando Martínez S., Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Esta investigación fue financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Correspondencia en relación con el artículo debe ser enviada a: Fernando Martínez Santa. Email: fmartinezsr@udistrital.edu.co

Para el desarrollo de la aplicación basada en una herramienta de software para el análisis de circuitos DC, se hizo uso del programa LabView (I. Gómez y Vargas, 2012). Esta aplicación busca ser una interfaz interactiva la cual pueda ser manejada por alumnos y docentes (Agredo, 2011). Está enfocada en las temáticas de la asignatura *Medidas Eléctricas*, y pretende reducir la mortandad académica en dichos espacios académicos, ya que permite al alumno la realización de laboratorios virtuales, siendo de gran ventaja

el hecho de que no requiere espacios físicos especializados para el modelado o implementación física de circuitos (Aristizabal, Leó, y Jacinto, 2013).

De acuerdo al plan de prácticas previsto en dicho curso, se escribe un manual de uso de aplicación específica, el cual muestra una serie de laboratorios que permiten al estudiante tener una herramienta amigable como guía para el aprendizaje en su quehacer universitario (J. Gómez, Mandow, Fernández, y García, 2011; Zhan, Porter, y Morgan, 2014). Dentro de las prácticas se plantean varios retos, los cuales son progresivos para que la aplicación haga el acompañamiento en el desarrollo de la asignatura.

Resaltando la importancia de la aplicación y el aprendizaje de buenas prácticas en la vida estudiantil, está el hecho de que con este proyecto se pretende el fortalecimiento en el aprendizaje de desarrollo de instrumentación eléctrica, circuitos eléctricos, sistemas computacionales y programación en entornos gráficos (Bello, García, Martínez, y Acero, 2013). Con esto el estudiante tendrá un acercamiento a su quehacer profesional de una manera más amigable y eficaz.

El desarrollo de la herramienta observó algunos elementos de diseño utilizados en (Saavedra, 2011), donde se muestra una plataforma virtual para el desarrollo de prácticas especializadas en varias áreas del saber, dentro de las cuales se encuentran: Física, Matemáticas, Medicina, entre otras. También se tomaron algunos elementos de (López, 2009; Morales, Gutiérrez, Lache, Ramírez, y Quiñones, 2008), donde se detalla la implementación de un sistema de instrumentación virtual programado en LabView y usando la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6008 (National Instruments, 2014). Este último trabajo constituyó una guía importante para la construcción de la interfaz de usuario. En cuanto al acondicionamiento de señales análogas el trabajo de (Ortiz, 2011) fué un referente clave en los diseños.

Metodología

El desarrollo de la aplicación se realizó según se detalla a continuación. Para la formulación del perfil de diseño se realizó una consulta sobre la funcionalidad esperada con docentes expertos en el curso, así como un estudio de las capacidades del lenguaje G (Roncancio y Cifuentes, 2001). Luego, analizando cómo se desarrollan las diferentes prácticas dentro de la asignatura, se realizó la respectiva simulación usando las diferentes herramientas mostradas en LabView (Astudillo, 2007; Uluisik y Sevgi, 2012).

La aplicación consta de ocho temáticas diferentes, las cuales son reflejadas en los numerales siguientes. Además, se agregó una pestaña de ayuda, la cual permite un acercamiento previo al manejo de la aplicación.

Presentación

La Fig. 1 muestra la pantalla que se muestra inicialmente al abrir el programa, donde se hace referencia a los desarrolladores y al nombre del mismo.

La pantalla se divide en dos. La sección de color gris oscuro corresponde a la ventana de trabajo, y la gris claro a las características del instrumento de medida. Para el desarrollo del proyecto se tomó como referencia los multímetros Fluke 179, 73 y 17B (Fig. 2) (Fluke, 2012), contando con los catálogos de cada uno, aunque sus características son modificables y aplicables con cualquier otro instrumento. En la parte inferior se encuentra la zona de avisos, en donde se emiten alarmas cada vez que la lectura del instrumento simulado se encuentra fuera de rango.



Figura 2. Fluke 179 y Fluke 73 (Fluke, 2012).

Práctica 1: Resistencia interna

La resistencia interna de instrumento se presenta cada vez que se conecta al circuito que se desea realizar la medición. Por consiguiente, la primera práctica consiste en la determinación de la resistencia interna del multímetro configurado como voltímetro (Fig. 3) y como amperímetro (Fig. 4). Esta práctica consiste en la determinación de la resistencia interna del multímetro a partir de la caída de tensión producida al colocar el voltímetro en paralelo con otra impedancia.

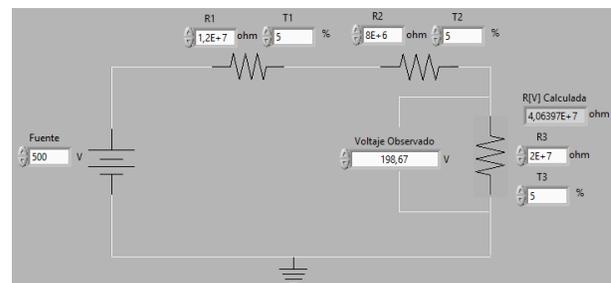


Figura 3. Voltímetro.

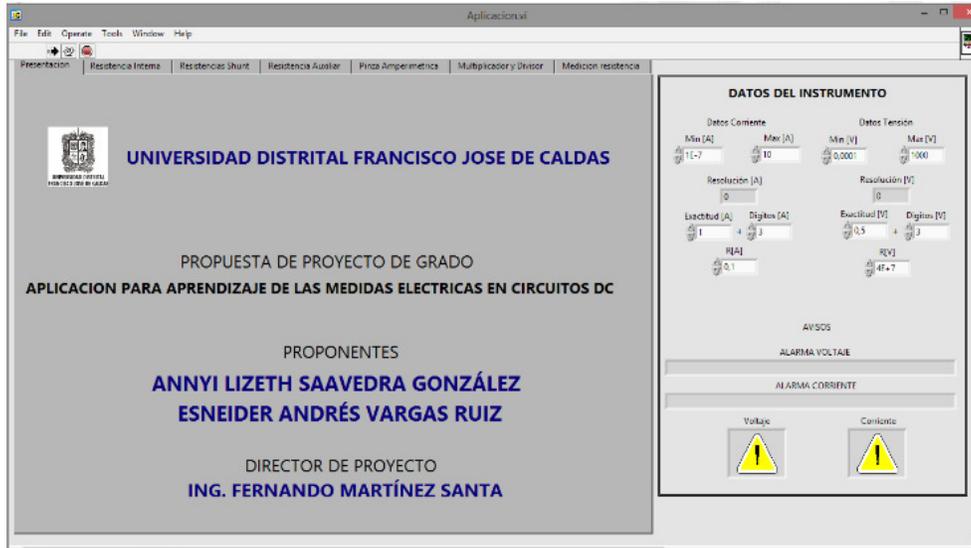


Figura 1. Pantalla principal.

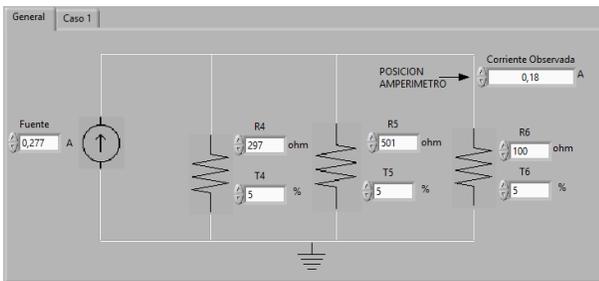


Figura 4. Amperímetro.

La Fig. 4 muestra el circuito de pruebas para la determinación de la resistencia interna del amperímetro a partir de la corriente que circula a través de la rama 3 del circuito planteado. Además de esto, se realiza el equivalente Thevenin para mostrar la impedancia del mismo (Fig. 5).

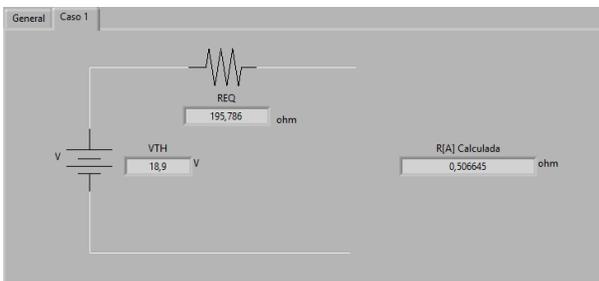


Figura 5. Equivalente Thevenin amperímetro.

Práctica 2: Resistencia Shunt

Con este método se busca ampliar la escala de medición del amperímetro en el caso en que la corriente a medir sea

superior a la corriente máxima soportable por el equipo. También puede utilizarse para reducir el error relativo generado en la medición.

Su principio de operación se fundamenta en el divisor de corrientes aplicado, en este caso al amperímetro representado por los puntos A-B de la Fig. 6, junto con una resistencia conocida como resistencia shunt (R_{sh}). Como parámetros iniciales de diseño se tiene la resistencia de entrada del amperímetro y la corriente máxima soportada por el mismo en un rango específico.

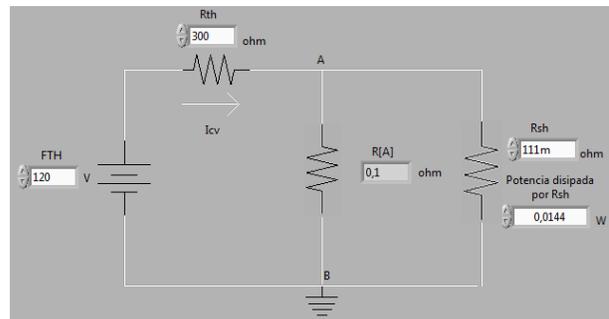


Figura 6. Thevenin con R shunt.

De nuevo, se parte del equivalente Thevenin en los terminales en donde se requiere realizar la medición, pero en este caso la corriente a medir es superior a la corriente máxima soportada por el equipo.

La práctica parte es un circuito Thevenin, ya que este sería un caso general de dos puntos A-B de cualquier circuito con una tensión Thevenin y una resistencia Thevenin, y el estudiante tendrá que introducir el valor de la resistencia R Shunt y la potencia de la misma, y el software le indicara tres tipos de alarmas si la selección de dicha resistencia cumple

con los parámetros de medida. Si el error es menor al 1 % y si la potencia calculada supera la mínima del circuito.

Práctica 3: Resistencia Auxiliar

Este método es aplicable a circuitos en donde la corriente a ser medida es inferior o comparable con el valor de resolución del amperímetro, lo cual haría que al realizar una medición con conexión de amperímetro, el valor detectado fuese nulo.

En la práctica se propone un circuito Thevenin general indicando los puntos de medida A-B y el estudiante ingresara los datos de R_{aux} y potencia de la misma, y el software le indicara tres tipos de alarmas si la selección de dicha resistencia cumple con los parámetros de medida, si el error es menor al 1 % y si la potencia calculada supera la mínima del circuito (Fig. 7).

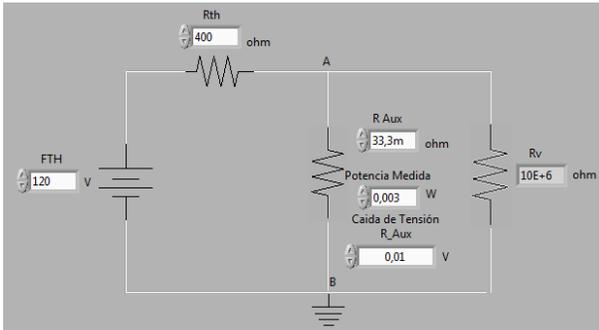


Figura 7. Thevenin con R_{aux} .

Práctica 4: Pinza amperimétrica

Esta práctica se planteó para simular la cantidad de espiras que rodean a la pinza, y así calcular la corriente que circula a través de ella y emular el funcionamiento de la pinza, es decir, el efecto Hall (Fig. 8). Es un circuito sencillo de elementos en serie para que la corriente sea la misma en todo el circuito.

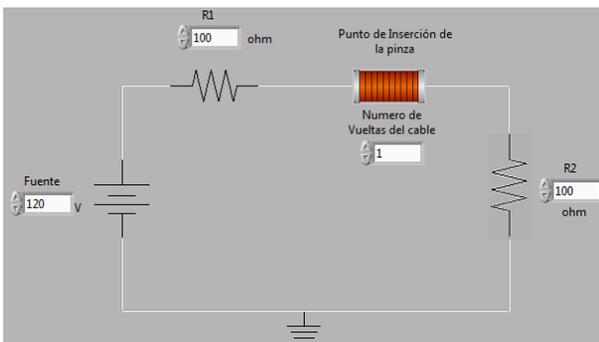


Figura 8. Pinza amperimétrica.

Práctica 5: Multiplicador y divisor resistivo

Estos métodos son utilizados para ampliar la escala de medición del voltímetro. Cuando la FEM a medir es superior al máximo soportado por el equipo, estas estrategias permiten incrementar el rango de medida. También tiene aplicación en el incremento de la resistencia del sistema de medición, con el fin de reducir el error relativo.

En la práctica se encuentran dos circuitos, el primero se encarga de calcular una resistencia multiplicadora (Fig. 9) y el segundo calcula la resistencia a través de un divisor resistivo (Fig. 10). Para ambos casos se encuentra el error de medición y la relación de transformación a partir de la realimentación del programa de los datos medidos por el multímetro.

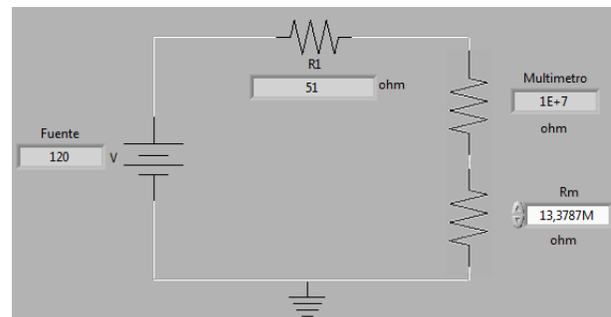


Figura 9. Resistencia multiplicadora.

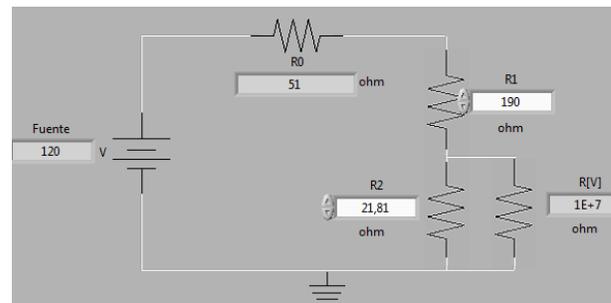


Figura 10. Divisor resistivo.

Práctica 6: Medición de resistencia

En esta práctica se plantea la medición de resistencias de bajo y alto valor óhmico, y sus estrategias de medición se visualizan dentro de los circuitos propuestos.

Entre las estrategias utilizadas se encuentran:

- Método simultáneo. Este método consiste en la aplicación directa de la ley de Ohm, utilizando para esto un amperímetro y un voltímetro operando en forma simultánea.
- Medición de resistencias de bajo valor óhmico. Se consideran para este caso resistencias cuyo valor óhmico sea del orden de los micro ohmios hasta las décimas de ohmio. El montaje requiere adicionalmente al voltímetro y

al amperímetro una fuente de alimentación V_f (corriente nominal I_n), y una Resistencia Auxiliar de protección R_p . El valor de R_p debe determinarse de tal manera que la corriente en la fuente no supere su valor nominal, como también generar una caída de tensión en R_p por encima del valor de la resolución del voltímetro.

- Medición de Resistencias de alto valor óhmico. Se consideran para este caso resistencias cuyo valor óhmico sea del orden de los mega ohmios hasta los giga ohmios. El montaje requiere adicionalmente al voltímetro y al amperímetro una fuente de alimentación V_f (corriente nominal I_n).

Las prácticas de bajo y alto valor óhmico se muestran en las figuras Fig. 11 y Fig. 12.

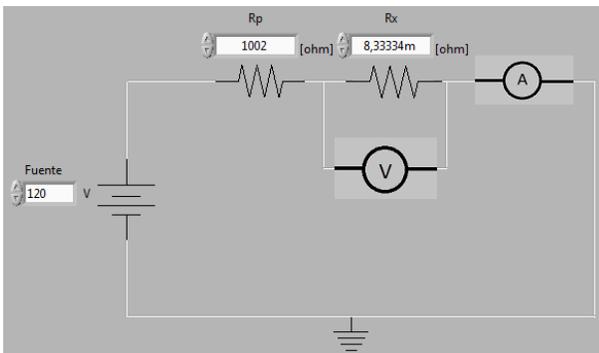


Figura 11. Montaje bajo valor óhmico.

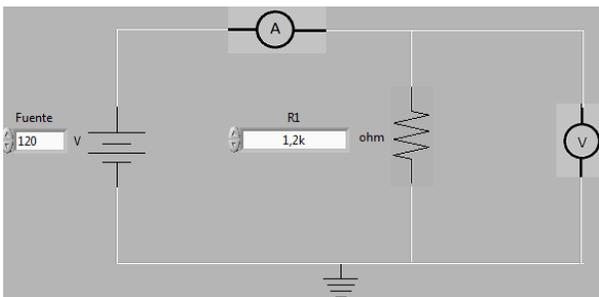


Figura 12. Montaje alto valor óhmico.

Ventana de ayuda

La aplicación cuenta con una ayuda (Fig. 13) la cual permite el aprendizaje de los parámetros básicos para el manejo de la aplicación. En esta se encuentra cómo acceder a las prácticas, instalación, características técnicas del multímetro utilizado como referencia, entre otras.

Detalles técnicos del desarrollo

La aplicación se desarrolló enteramente en lenguaje G (Fig. 14), y todas las operaciones matemáticas se identifican de manera explícita, con el fin de permitir entender cómo

se encontraron los diferentes valores de Tensión, Corriente y Resistencia. La navegación a través del código se puede hacer haciendo *click* en la parte superior del código con el ratón, y se hace de igual forma como si se fuese acceder a una práctica.

Para la evaluación final de desempeño, las prácticas fueron implementadas montando los diferentes circuitos como se muestra en la Fig. 15.

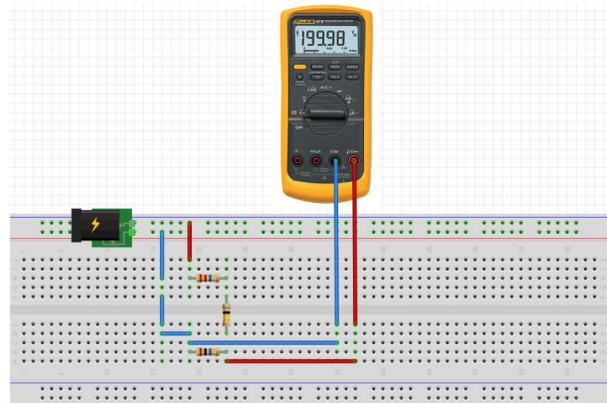


Figura 15. Esquema de conexión del circuito.

El manual de prácticas refleja un paso a paso de cómo se deben implementar los circuitos y manejar la aplicación. Cada práctica está acompañada de un montaje, y se describe cómo hacerlo y cómo se deben realizar las mediciones.

Resultados

Los resultados obtenidos se muestran resumidos en la tabla 1. Estos muestran una comparación entre los datos obtenidos por el simulador y los datos prácticos duplicados en laboratorio con los instrumentos reales.

El error porcentual muestra que los resultados obtenidos por la simulación en la herramienta desarrollada son casi idénticos a los reales. Se puede observar que se acercan mucho al valor real (diferencias inferiores al 10%), y eso quiere decir que la herramienta virtual puede duplicar fielmente las condiciones de la práctica.

Estos rangos de error son aceptables en la simulación debido a que están contenidos dentro del rango de error del equipo. Además, el tiempo empleado para realizar una práctica simulada es de aproximadamente 0.8 h, y en la vida real sin la simulación se gastan alrededor de 2 h, ya que no se conoce el comportamiento del circuito o sistema a medir.

Conclusiones

Contar con esta herramienta constituye un complemento en cursos de formación específica de circuitos DC y medidas eléctricas. Permite el análisis y la recolección de datos simplificada enfocando el problema más que en la forma,

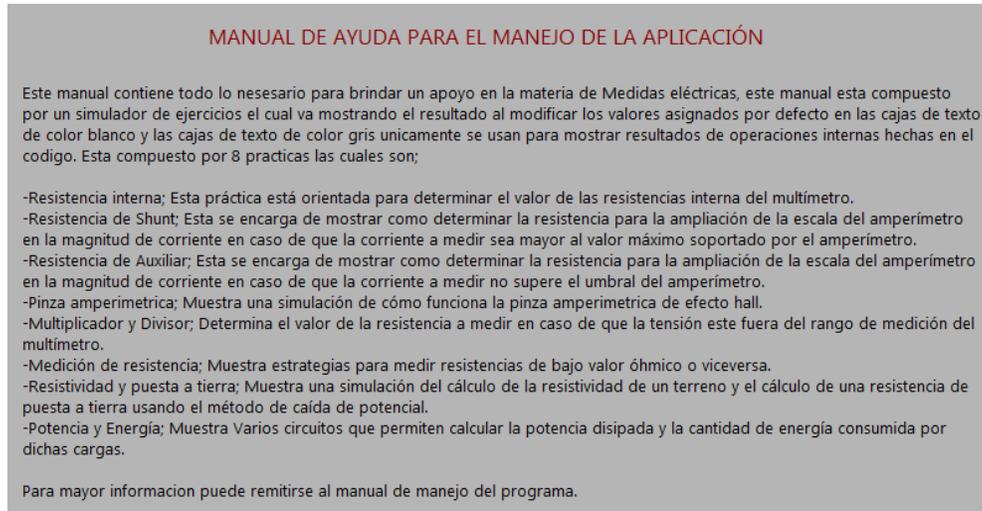


Figura 13. Ventana de ayuda de la aplicación.

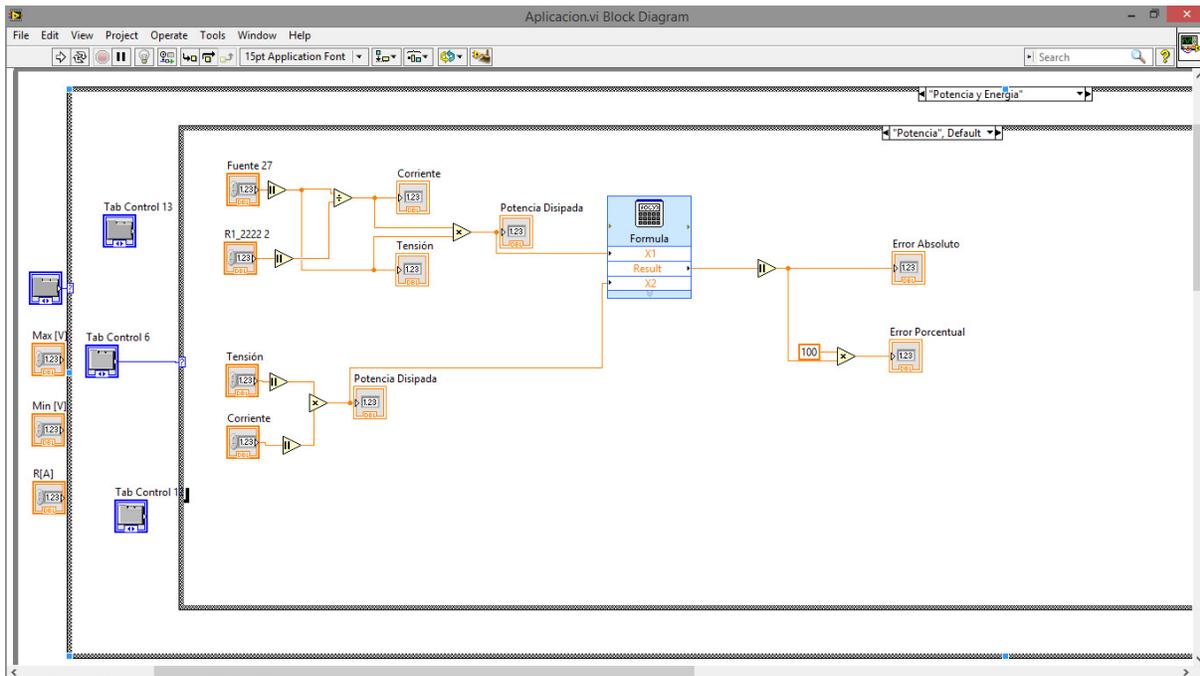


Figura 14. Ejemplo de código propuesto.

esto es fundamental para formación hacia la industria, en lo que compete a las profesiones relacionadas con la ingeniería.

Con la ayuda del programa el usuario puede ver los resultados de circuitos DC simulados, dándole la facilidad de enfocar y realizar sus prácticas de manera remota sin depender de espacios especializados para tal fin, lo que reduce el tiempo de practica real en un 60%. Se consideró el programa LabView como herramienta para elaborar el programa dada su facilidad para la conexión con hardware real, la capacidad de brindar una gran base para la construcción de aplicaciones de software

de pequeño, mediano y gran tamaño, y ya que brindan las herramientas necesarias para su correcta planeación, desarrollo e implementación.

Trabajo futuro

A partir de este trabajo se pueden desarrollar aplicaciones orientadas a apoyar la docencia en espacios virtuales que promuevan el trabajo individual como herramienta y no como obligación. Entre estas aplicaciones se podrían desarrollar herramientas ingenieriles enfocadas a la parte eléctrica como para el análisis de mallas de puesta a

Tabla 1
Resultados obtenidos.

TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS				
PRACTICA	ELEMENTO O CARACTERISTICA SIMULADA	VALOR MEDIDO Y/O HOJA TECNICA	VALOR SIMULADO	ERROR PORCENTUAL [%]
1	Resistencia Voltímetro [Ω]	40E6	40,06E6	0,150
1	Resistencia Amperímetro [Ω]	0,1	0,12	12,333
2	Corriente Rsh [A]	0,09	0,0952	5,462
3	Corriente R Aux [A]	0,001	0,00025	9,091
4	Corriente Pinza [A]	0,065	0,06	8,333
5	Tensión Observada en el multiplicador [V]	5,705	6	4,917
5	Tensión Observada en el Divisor [V]	11,89	12	0,917
6	Resistencia alto Valor Óhmico [Ω]	999	1000	0,100
6	Resistencia alto Valor Óhmico [Ω]	0,805	1	19,500

tierra, análisis de circuitos en AC, simuladores de robótica, simuladores de PLC, entre otras herramientas orientadas a la automatización.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad Distrital y su personal de laboratorio por el soporte brindado durante las pruebas de desempeño.

Referencias

- Agredo, J. (2011). *Implementación de un control de velocidad de un motor dc utilizando lógica difusa en la plataforma de LabVIEW*. (Universidad de San Buenaventura Cali. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Electrónica)
- Aristizabal, W., Leó, D., y Jacinto, E. (2013). Sistema de monitoreo y control inalámbrico de potencia activa. *Tekhnê*, 10(2), 42-54. (ISSN 1692-8407)
- Astudillo, N. (2007, Octubre). *Simulación en Labview del sistema de control de espesor (AGC) y control de tensión de banda del laminador Tándem 1*. (Universidad Simón Bolívar. Decanato de Estudios de Posgrado. Especialización en Diseño y Mantenimiento Industrial)
- Bello, D., García, L., Martínez, F., y Acero, D. (2013). Planta robusta de levitación neumática para investigación y formación en control y visión artificial. *Tekhnê*, 10(2), 33-41. (ISSN 1692-8407)
- Fluke. (2012). *The new fluke 17b and 15b digital multimeters. now within your reach*. Retrieved from http://support.fluke.com/find-sales/Download/Asset/4234267_7103_ENG_A_W.PDF (Technical Data)
- Gómez, I., y Vargas, L. (2012). *Objeto de aprendizaje para el diseño e implementación de sistemas SCADA basados en Labview*. (Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica)
- Gómez, J., Mandow, A., Fernández, J., y Garcia, A. (2011). Using LEGO NXT mobile robots with LabVIEW for undergraduate courses on mechatronics. *IEEE Transactions on Education*, 54(1), 41-47. (ISSN 0018-9359)
- López, A. (2009). Tarjeta de adquisición de datos de bajo costo multiplataforma orientada a la enseñanza de los sistemas de control en tiempo real. *Educación en ingeniería*, 4(7), 137-145. (ISSN 1900-8260)
- Morales, M., Gutiérrez, E., Lache, A., Ramírez, A., y Quiñones, C. (2008). Desarrollo de herramientas virtuales para el reconocimiento y uso de un motor eléctrico y un motor paso a paso unipolar utilizando labview. *Revista Colombiana de Física*, 40(2), 367-370.
- National Instruments. (2014, November). *User guide and specifications usb-6008/6009*. Retrieved from <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14604> (Low-Cost, Bus-Powered Multifunction DAQ for USB 12- or 14-Bit, Up to 48 kS/s, 8 Analog Inputs)
- Ortiz, A. (2011, Agosto). *Acondicionamiento de señales analógicas utilizando módulos portables SCC para el laboratorio de mecatronica*. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas)
- Roncancio, H., y Cifuentes, H. (2001). *Tutorial de LabView*. Retrieved from <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/labviewtutorialuniversidadfranciscocaldas>.

- pdf (Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Laboratorio de Electrónica. Grupo LIV)
- Saavedra, A. (2011). *Plataforma para desarrollo de prácticas en física*. (Universidad Nacional de Colombia)
- Uluisik, C., y Sevgi, L. (2012). A LabVIEW-based analog modulation tool for virtual and real experimentation. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 54(6), 246-254. (ISSN 1045-9243)
- Zhan, W., Porter, J., y Morgan, J. (2014). Experiential learning of digital communication using LabVIEW. *IEEE Transactions on Education*, 57(1), 34-41. (ISSN 0018-9359)

Resúmenes

1. Tecnología en Construcciones Civiles

INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, CONTABLE Y LEGAL PARA EL CONTRATO 565-2013 SUSCRITO ENTRE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA UAERMV

José Miguel Aldana Arévalo
Hernando Villota Posso (Director)

PASANTÍA EN LA EMPRESA GEOCRETOS LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL COMO AUXILIAR TÉCNICO EN CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Luz Bellanith Almanza Acevedo
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA CUENCA QUEBRADA LA TEBADA AFLUENTE DEL RÍO ATRATO

Carolina Angarita Cárdenas
Fernando González Casas (Director)

ACCIDENTALIDAD VIAL EN LOS CORREDORES DE TRANSMILENIO POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO DURANTE LA FASE III EN BOGOTÁ

Wilmer Andrés Aperador Granados
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

PASANTÍAS, PROYECTOS E INVERSIONES EGRECI S.A.S.

Julie Andrea Ayala Galindo
Hernando Villota Posso (Director)

APOYO ADMINISTRATIVO Y DE CAMPO EN EL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y DISEÑO EMPRESA INSTALACIONES DE PLOMERÍA Y GAS JHON ESPITIA

Diego Alberto Baracaldo Prieto
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA LA DANTA AFLUENTE DEL RÍO DON DIEGO

Cristian Ricardo Beltrán Barrera
Fernando González Casas (Director)

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA (IDF) PARA LAS ESTACIONES DE OTANCHE Y VILLA LUISA EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

César Oswaldo Bohórquez Salgado
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MAMPUESTOS DE PERFORACIÓN HORIZONTAL NO ESTRUCTURALES (BLOQUE NUMERO 5), FABRICADOS EN EL SECTOR LOS MOCHUELOS CIUDAD BOLÍVAR SEGÚN NORMAS NTC 4017 Y NTC 4205-2 APLICABLES PARA LAS OBRAS CIVILES EN BOGOTÁ D.C.

Wilson Alexander Buitrago Montañez
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, CONTABLE Y LEGAL PARA EL CONTRATO 382-2013 Y 565-2013 SUSCRITOS ENTRE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA UAERMV

Diego Caballero Rojas
Hernando Villota Posso (Director)

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO BUGALAGRANDE UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA EN LOS LÍMITES CON EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Carlos Andrés Cardona Rodríguez
Fernando González Casas (Director)

INFORME DE PASANTÍA

Daniel Esteban Castelblanco Pinzón
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO LAS PIEDRAS, AFLUENTE DEL RÍO CAUCA, MUNICIPIO DE POPAYÁN, PARA LA DETERMINACIÓN DE SU GEOFORMA

Alejandra Castillo León
Fernando González Casas (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UN PRESUPUESTO DE OBRA DE UNA VIVIENDA EN BOGOTÁ D.C.

Julián Enrique Castro Corrales
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

ELABORACIÓN CURVAS IDF ESTACIONES: BELENCITO Y VIVERO - MUNICIPIO DE BOYACÁ - COLOMBIA

Jonnathan Alexander Chaparro Trujillo
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LAS QUEBRADAS SECA Y EL CHAMIZAL, AFLUENTES DEL RÍO SUAZA, DEPARTAMENTO DEL HUILA

Cindy Astrid Chavarro Jiménez
Fernando González Casas (Director)

PASANTÍA AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA CONTROL DE CIMENTACIONES PROFUNDAS Y ESTRUCTURA

Adrián Camilo Cortés Arias
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

CÁLCULO DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CHIPALO EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Martha Liliana Daza Chávez
Fernando González Casas (Director)

PASANTÍA: APOYO ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES SÓLIDAS S.A.S.

Óscar Rodolfo Fajardo Sánchez
Milton Mena Serna (Director)

INFORME DE PASANTÍA CONSTRUCCIONES MAC LTDA

Miguel Ángel Giraldo Vargas
Hernando Villota Posso (Director)

EFFECTOS DEL DAÑO DE COLUMNA CORTA EN EDIFICACIONES APORTICADAS APLICADO AL ESTUDIO DE PATOLOGÍA COLEGIO DEPARTAMENTAL DE ARAUCA

Lina María Gómez Riveros
Milton Mena Serna (Director)

DESARROLLO DEL PUESTO DE ALMACENISTA JUNIOR EN EL PROYECTO 977 DE CUMBRERA S.A.

Yefferson Andrés González Ortiz
Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CURVAS IDF GENERADAS SEGÚN LOS REGISTROS PLUVIOGRÁFICOS TOMADOS POR LAS ESTACIONES APTO A. LLERAS Y SUTATENZA UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Fabián Andrés Guerra Chinchilla

Eduardo Zamudio Huertas (Director)

DESARROLLO DE HERRAMIENTA EN VISUAL BASIC FOR APPLICATION (VBA) PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS BÁSICOS EN PROYECTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL

Pedro Luis Guevara Salas
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

PASANTÍA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA DIVISIÓN SERVICIO ACUEDUCTO ZONA 4

Fernando Gutiérrez Figue
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBRA MEDIANTE EL APLICATIVO MICROSOFT PROJECT

Jairo Andrés Hernández Suárez
Milton Mena Serna (Director)

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO BUGALAGRADE UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA EN LOS LÍMITES CON EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Deyvid Robinson Herrera Tovar
Fernando González Casas (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UN PRESUPUESTO DE OBRA DE UNA VIVIENDA EN BOGOTÁ D.C.

Ferney Camilo Jiménez Beltrán
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (PUERTO VALDIVIA, CAÑAFISTO, LA COQUERA, APAVI) DEL RÍO CAUCA

Yenny Briced León Ricaurte
Fernando González Casas (Director)

ANÁLISIS CUALITATIVO Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS PARA SALONES COMUNALES, PRESENTES EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR DE BOGOTÁ

Jackson Rey López Bernal
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

MANEJO Y DESTINO ACTUAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RDC) EN LAS OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. ESTADO DEL ARTE

Dayanna Jakelinne Martínez Velandia
César Augusto García Ubaque (Director)

PASANTÍAS COMO INSPECTOR DE VÍAS ADSCRITA EN EL MANEJO DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS Y CONSTRUCTIVOS EN LAS OBRAS

Camilo Enrique Matiz Páez
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFO-MÉTRICAS DEL SECTOR DE CAÑO FUERTE, RÍO ATRATO LÍMITES ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE CHOCÓ – ANTIOQUIA

Camila Alejandra Mejía Guzmán
Fernando González Casas (Director)

PASANTÍA: APOYO ADMINISTRATIVO EN EL ÁREA DE MALLA VIAL DE LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR

Jhorman Albeiro Molina Contreras
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN EN LAS ESTRUCTURAS TIPO BOX COULVERT, PONTÓN Y PUENTES

Andrés Felipe Moreno Galindo
Abner Mariano Granados Morales (Director)

CONSTRUCCIÓN DE CURVAS IDF (INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA) DE DOS ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS EN LOS MUNICIPIOS CHÍQUIZA Y SAMACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Carol Andrea Muñoz Martínez
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL CAÑO GUAYEQUE AFLUENTE DEL RÍO CRAVO SUR, DEPARTAMENTO DEL CASANARE

Richard Daniel Novoa Sánchez
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

PROPUESTA DE PASANTÍAS PARA MEJORAR Y FACILITAR EL USO DE CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES APLICADO A LOS SISTEMAS DE TRAYECTORIA CRÍTICA POR EL MÉTODO LPU PARA LA EMPRESA MAVING S.A.S.

Jesús Steven Ojeda Castillo
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE ÁREAS, FUERZAS Y ESFUERZOS DE ROTURA PARA TENSOESTRUCTURAS

Hernán Darío Ortiz Linares
Milton Mena Serna (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA LA DANTA AFLUENTE DEL RÍO DON DIEGO

Diego Fernando Ortiz Ramírez
Fernando González Casas (Director)

INFORME DE PASANTÍA EN LA CONSTRUCTORA BUILDING DREAMS S.A.S.

Cristian Alexis Pedreros Martín
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE CURVAS DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA PARA EL DISEÑO DE DRENAJES EN LA ESTACIÓN HIDROLÓGICA DE RICAURTE DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Gelmont David Pérez Reyes
Fernando González Casas (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DE ACCESORIO PARA EL ESTUDIO DE LA CANALETA PARSHALL COMO ELEMENTO PRIMARIO DE FLUJO CON UNA AMPLIA GAMA DE APLICACIONES PARA MEDIR EL FLUJO EN CANALES ABIERTOS

Clara Milena Pico Rodríguez
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL CAÑO FUERTE, AFLUENTE DEL RÍO ATRATO, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

Nicolay Poveda Beltrán
Fernando González Casas (Director)

PASANTÍA EN INTERDICO LTDA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS

Camilo Andrés Poveda Sierra
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA GAMINDI AFLUENTE DEL RÍO DON DIEGO

Jhon Freyder Rocha Caicedo
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

INFORME FINAL PASANTÍAS EN APOYO A LA SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS EN ACTIVIDADES DE DISEÑO, ESTUDIO, INTERVENTORÍA Y DIRECCIÓN DE OBRAS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ

Christian Eduardo Rodríguez Rincón
Mauricio Bueno Pinzón (Director)

ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN DE CURVAS IDF (INTENSIDAD, DURACIÓN, FRECUENCIA) EN LAS ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS LLAMADAS VALLE GRANDE Y LA COPA, UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Leidy Johanna Rodríguez Medina
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA FRESADO-ESTABILIZADO UTILIZADO EN LA REPARACIÓN DE LAS VÍAS DEL FONDO DE DESARROLLO LOCAL CIUDAD BOLÍVAR

Anderson Jair Romero Morales
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA QUEBRADA EL GUAMO CON DESEMBOCADURA EN EL RÍO SINÚ DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

Candy Katherine Ruíz Tulande
Fernando González Casas (Director)

CONSTRUCCIÓN DE UNA FACHADA EN SISTEMA CONSTRUCTIVO LIVIANO MÁS SISTEMA DE PEGADO ELÁSTICO EN EL PROYECTO COLEGIO SAN MATEO II

Sergio Luis Salgar Gómez
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PASANTÍA DESARROLLADA EN LA EMPRESA SERMAGEN LTDA. COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL ÁREA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

Eurin Aníbal Sepúlveda Laiton
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL CAÑO FUERTE, AFLUENTE DEL RÍO ATRATO, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

Andrés David Silva Dulcey
Fernando González Casas (Director)

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFO-MÉTRICAS DEL SECTOR DE CAÑO FUERTE, RÍO ATRATO LÍMITES ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE CHOCÓ - ANTIOQUIA

William Leonardo Steer Vargas
Fernando González Casas (Director)

CÁLCULO Y ESTUDIO DE LAS CURVAS IDF (INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA), CORRESPONDIENTES A LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS CHITA E INSTITUCIÓN AGRÍCOLA SANTA SOFÍA PERTENECIENTES AL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Luis Rafael Torres Narváez
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DEL CAÑO GUAYEQUE AFLUENTE DEL RÍO CRAVO SUR, DEPARTAMENTO DEL CASANARE

Daniel Andrés Turizzo Montoya
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ANÁLISIS CUALITATIVO Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS PARA SALONES COMUNALES, PRESENTES EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR DE BOGOTÁ

Rikardo Humberto Valenzuela Obando
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

MANEJO Y DESTINO ACTUAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RDC) EN LAS OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. ESTADO DEL ARTE

María Camila Varela Vásquez
César Augusto García Ubaque (Director)

PASANTÍA EN EL GRUPO UDIC EN LOS CONTRATOS DE INTERVENTORÍA GERENCIA 09 Y 027

Angie Katherine Vargas Moncada
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA Y TOPOGRÁFICA INTEGRADA Y APLICADA PARA LA DETERMINACIÓN DE DIVERSOS FACTORES QUE ORIGINARON LOS ASENTAMIENTOS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL CAMINO DE LAS AMÉRICAS, BOGOTÁ

Michael Yesid Velandia Castelblanco
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (PUERTO VALDIVIA, CAÑAFISTO, LA COQUERA, APAVI) DEL RÍO CAUCA

Yeisson Javier Villanueva Díaz
Fernando González Casas (Director)

ELABORACIÓN Y ESTUDIO DE CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE LAS ESTACIONES FURATENA DEL MUNICIPIO DE QUIPAMA Y SATIVANORTE, DEL MUNICIPIO DE SATIVANORTE - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Diego Alexander Acosta Romero
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA CUENCA QUEBRADA LA TEBADA AFLUENTE DEL RÍO ATRATO

Brandon Arley Amaya Silva
Fernando González Casas (Director)

PASANTÍA EN LA EMPRESA JAVELSA S.A.S.

Jhon Alexander Arévalo Gómez
Milton Mena Serna (Director)

MONITOREO DE VIVIENDAS UBICADAS EN LA ZONA DE ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

Jefferson Arles Ayala Bohórquez
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)
Milton Mena Serna (Director)

ESTUDIO DE MATERIAL RAP EN LABORATORIO DE GEOTECNIA PARA DETERMINAR SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

Luis Ariel Buitrago González
Hernando Villota Posso (Director)

PASANTÍA: CONTRATO 099 DEL 2013 CUYO OBJETO ES DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS Y DISEÑOS, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL Y DEL ESPACIO PÚBLICO DE LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA

Ángela Gynneth Canaria Pineda
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

ELABORACIÓN DE CURVAS DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS TUNGAVITA (24035170) Y GUICAN (24035070), PARA LOS MUNICIPIOS DE PAIPA Y GUICAN DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Mayra Patricia Capera Acevedo
Fernando González Casas (Director)

INSPECCIÓN PATOLÓGICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN CLIMAS EXTREMOS

Andrés Felipe Carrillo Navarro
Édgar Sánchez Cotte (Director)
Hugo Alexander Rondón Quintana (Director)

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA LA NEGRA, AFLUENTE DE LA QUEBRADA SANTIAGO, CUENCA DEL RÍO PORCE EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

Raúl Darío Carvajal Cortés
Fernando González Casas (Director)

MONITOREO DE VIVIENDAS UBICADAS EN LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

Nora Lizeth Cifuentes Rueda
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

EVALUACIÓN DE CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS EN LOS POT DE LOS MUNICIPIOS DE SOACHA Y CHÍA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LA LOCALIZACIÓN DE VIVIENDAS

Martha Alejandra Granados Soler
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

VERIFICACIÓN DE LA FÓRMULA CHILENA (FÓRMULA DE SOZEN) PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MÍNIMO DE MUROS EN UN SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA BASADA EN MUROS DE CONCRETO

Sergio Andrés Guerrero Romero
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE UNA CONSTRUCTORA EN EL PROCESO DE GESTIÓN OPERATIVA BAJO LAS NORMAS ISO 9001:2008, 14001:2004 Y 18001:2007

Juan Camilo Hernández Pineda
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

MONITOREO DE VIVIENDAS UBICADAS EN ZONA DE DESLIZAMIENTO ALTOS DE LA ESTANCIA LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR

Geiler Malagón Torres
Jefferson Daniel Munévar Herrera
Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MAMPUESTOS DE PERFORACIÓN HORIZONTAL NO ESTRUCTURALES (BLOQUE NÚMERO 5), FABRICADOS EN EL SECTOR LOS MOCHUELOS CIUDAD BOLÍVAR, SEGÚN NORMAS NTC 4017 Y NTC 4205-2 APLICABLES A LAS OBRAS CIVILES EN BOGOTÁ D.C.

Iván Camilo Muñoz Cano
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

PASANTÍA EN LA FUNDACIÓN SERVICIO DE VIVIENDA POPULAR SERVIVIENDA SUBDIRECCIÓN DE VIVIENDA Y HÁBITAT

Jersson Augusto Parra Ariza
Milton Mena Serna (Director)

PROBLEMÁTICA DE INUNDACIONES EN LOS BARRIOS CANDELARIA LA NUEVA Y SAN FRANCISCO, OCASIONADA POR EL DESBORDAMIENTO DE LA QUEBRADA LIMAS

Diego Armando Rincón Ariza
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

CATÁLOGO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS

Dayanna Asbel Rodríguez González
Sergio Andrés Romero Clavijo
Milton Mena Serna (Director)

INSPECCIÓN PATOLÓGICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN CLIMAS EXTREMOS

Fredy Alexander Salazar Cuervo
 Édgar Sánchez Cotte (Director)
 Hugo Alexander Rondón Quintana (Director)

MONITOREO DE VIVIENDAS UBICADAS EN ZONA DE DESLIZAMIENTO ALTOS DE LA ESTANCIA LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR

José Alfonso Saurith Ramírez
 Sergio Giovanni Valbuena Porras (Director)

PASANTÍA DESARROLLADA EN LA EMPRESA SERMAGEN LTDA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL ÁREA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

Danzur Aristóteles Valbuena Huertas
 Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

2. Tecnología en Electricidad**ESTUDIO DE LAS CAUSAS DE BLOQUEOS DE RECIERRE ASOCIADOS A LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN 11.4 KV DE LA SUBESTACIÓN DE TECHO PROPIEDAD DE CODENSA S.A. E.S.P.**

Julián Darío Clavijo Lozano
 Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

ANÁLISIS DEL ERROR EN LA RECONSTRUCCIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS CONTÍNUAS DADOS ERRORES EN LA APROXIMACIÓN DEL PERIODO Y COMPARACIÓN ENTRE DOS ALGORITMOS PARA LA APROXIMACIÓN DEL PERIODO

Guillermo Rodríguez Villate
 José Danilo Rairán Antolínez (Director)

DISEÑO SOBRE PLANOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICA Y DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO NEWEN, DONDE SE ENFOCARÁ EL DISEÑO AL AHORRO ENERGÉTICO MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTROL DOMÓTICO

Jhon Alexander Urrego
 Hugo Armando Cárdenas Franco (Director)

MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL, DEPARTAMENTO DE INTERVENTORÍA INTEGRAL CODENSA S.A. E.S.P.

Juan David Acevedo Alfonso
 Yuly Tatiana Alcalá Varón
 Henry Felipe Ibáñez Olaya (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN HÍBRIDO (EÓLICO-SOLAR) EN EL BLOQUE 5 DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Andrés Oswaldo Barbosa Pinzón
 Yefer Iván Guerrero Borda
 Germán López Martínez (Director)

DISEÑO DE INTERFAZ ENTRE EL MÓDULO DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN SL60 Y LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS NI USB 6211

Jessica Norela Cañón Rodríguez
 Maryury Otilia Herrera Arias
 Edward Jacinto Gómez (Director)

DOCUMENTACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL PROCESO COMERCIAL Y PLANIFICACIÓN DE LA EMPRESA REDES Y PROYECTOS DE ENERGÍA S.A. E.M.A.

Aura Yesenia Cely Munévar
 Andrés Felipe López Forero
 Henry Felipe Ibáñez Olaya (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL ESTUDIO DE TRES TIPOS DE TERMISTORES NTC

Juan Pablo Fagua Suspes
 Sandra Milena García Vargas
 Carlos Alberto Avendaño Avendaño (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS E INSPECCIÓN RETIE EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE VIVIENDAS EN PROPIEDAD HORIZONTAL

Iván Camilo García Delgadillo
 Iván Camilo Granados Niño
 Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DOCUMENTACIÓN BÁSICA PARA EL PROCESO DE COMPRAS SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2008 DE LA EMPRESA SOLUCIONES Y DIAGNÓSTICOS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA LIMITADA - SIDNIEC LTDA

Giovanni Hernández Prieto
 Henry Felipe Ibáñez Olaya (Director)

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL PROCESO DEL PRESUPUESTO EMPRESA MAXIELÉCTRICAS S.A.

Fernando Muñoz Cubillos
 Luis Antonio Noguera Vega (Director)

ESTUDIO DE LAS ACTIVIDADES, NECESIDADES Y REQUISITOS PARA LA DOCUMENTACIÓN DE UN PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERNA PARA LA EMPRESA JAMEL TRONIC E.U.

Francisco Libardo Ortiz Ortiz
Ángel David Alonso Riaño
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

ESTUDIO DE LUCRO CESANTE A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO CONJUNTO RESIDENCIAL BOSQUE DE LOS COMUNEROS ETAPA II, A CONSECUENCIA DE LA APROBACIÓN DE LA RESOLUCIÓN CREG DE 2011

Jorge Andrés Prada Sierra
Enmanuel Andrés Álvarez Montero
Helmuth Édgar Ortiz Suárez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO VIRTUAL PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Miguel Antonio Quintero Bogotá
Eduardo Andrés Angulo Acosta
Henry Felipe Ibáñez Olaya (Director)

ESTADO DEL ARTE Y GENERALIDADES DE LA REGULACIÓN EXISTENTE DE TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO

Sandra Patricia Valero Contreras
Carlos Alberto Avendaño Avendaño (Director)

MEDIDOR DE POTENCIAS FACTOR DE POTENCIA Y DISTORSIÓN ARMÓNICA

Jonathan Alberto Vanoy Herrera
Jorge Armando Granados Benavides
Fernando Martínez Santa (Director)

3. Tecnología en Electrónica

PLATAFORMA MÓVIL TIPO ORUGA CONTROLADA INALÁMBRICAMENTE PARA DETERMINAR LA HUMEDAD Y LA PROXIMIDAD EN TERRENOS HOSTILES

Eliseo Amado Martínez
Julián Ernesto Urrego Piñeros
Kristel Solange Novoa Roldán (Director)

FUENTE FOTOVOLTAICA PARA DISPOSITIVO METEOROLÓGICO MÓVIL AUTÓNOMO

Dina María Artunduaga Gutiérrez
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALMACÉN DE TIPO VERTICAL PARA LA MÁQUINA HAS 200 EN EL LABORATORIO DE INDUSTRIAL DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Pedro Luis Cárdenas Acosta
Johan Eduardo Cáceres Guevara
Henry Montaña Quintero (Director)

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PODOBAROMÉTRICA

Wilson Enrique Cárdenas Fernández
Lely Adriana Luengas Contreras (Director)

PLANEACIÓN DE RUTAS EN ESCENARIOS ESTÁTICOS UTILIZANDO DESCOMPOSICIÓN EN CELDAS Y PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Óscar David Casallas Rodríguez
Edwar Jacinto Gómez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL POR MEDIO DE PSOC PARA UNA MUFLA ELÉCTRICA EN EL LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES CIVILES EN LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Omar Andrés Chivatá Castañeda
Danny Aldemar Jiménez Martín
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

PLANIFICACIÓN Y SIMULACIÓN DE TRAYECTORIAS UTILIZANDO EL ALGORITMO GRAFOS DE VISIBILIDAD Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Juan David Contreras Garzón
Edwar Jacinto Gómez (Director)

ROBOT INSPECTOR DE MALEZA EN UN TERRENO DE CULTIVO DE HORTALIZAS

Jonathan Cubides Castillo
Edwin Camilo Mejía Bernal
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

SISTEMA PARA IDENTIFICAR ESPECIES VEGETALES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE IMÁGENES

Dennis Rolando David Patiño
Jheyson Fabián Villavisán Buitrago
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA WAVELET PARA CORRECCIÓN DE RUIDO BLANCO EN SEÑALES DE AUDIO

Jhonatan Delgado Ochoa
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SUPERFICIE DE CONTROL MIDI QUE MODIFIQUE LOS PARÁMETROS DE DELAY, REVERBERACIÓN Y DISTORSIÓN EN EL SOFTWARE GUITAR RIGR, IMPLEMENTADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO

Juan Sebastián Díaz Holguín
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE VÁLVULA DE CONTROL INDUSTRIAL PARA PLANTA TÉRMICA DIDÁCTICA DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

John Efrén Fuentes Velandia
Alfredo Chacón García (Director)

DESARROLLO DE UN ROBOT MÓVIL TIPO LEGO NXT 2.0 PARA SIMULAR EL DESPLAZAMIENTO TIPO MOTOCICLETA, CONTROLANDO SU LOCALIZACIÓN E INCLINACIÓN

Sebastián Gómez Corchuelo
Willson Infante Moreno (Director)

RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN FACIAL Y SUS DECAIMIENTOS, UTILIZANDO WAVELETS

Carlos Eduardo Hernández Alomía
Harold Vacca González (Director)

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE FIGURAS POR ACOPLÉ DE VISIÓN ARTIFICIAL Y BRAZO ROBÓTICO MITSUBISHI RV-M1, IMPLEMENTADO EN UN JUEGO DE MESA (TORRE DE HANOI) CON INTERFAZ EN MATLAB

Juan Camilo Hincapié Monsalve
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA PLANTA "MORINGA OLEÍFERA"

Daniel Andrés López Rodríguez
Héctor Hernán Naranjo Potes
Harold Vacca González (Director)

SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO EN UN ESCENARIO DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO A TRAVÉS DE CÁMARA

Lina Marcela Noguera Rojas
Diego Armando Guevara Gómez
Lely Adriana Luengas Contreras (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MEDIR LA DEFORMACIÓN Y ESFUERZO DE MANERA SIMULTÁNEA EN LA MÁQUINA TECNO TEST KL200

Fabián Enrique Ramos Pulido
César Sanabria Ariza
Rafael Alberto Fino Sandoval (Director)

DISEÑO DEL CONTROL ELECTRÓNICO DE UN ELEVADOR DE 3 NIVELES EN EL QUE SE REALICE LA PETICIÓN DE CADA NIVEL Y SE VISUALICE EL ESTADO DE LOS DIFERENTES SENSORES A TRAVÉS DE UN MÓDULO DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICO

Diego Fernando Sanabria Hernández
Mauricio Vanegas Herrera
Edwar Jacinto Gómez (Director)

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE MEDICIÓN Y CONTROL DE GAS METANO CON PRUEBAS EN EL SECTOR DE USME

Diego Armando Tejedor Cortés
Jairo Alfonso Ruíz Caicedo (Director)

DISEÑO DE PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA JAAMSA COLOMBIA

Julián Aníbal Alfonso Orozco
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PINZA DIGITAL POR EFECTO SME BASADO EN MATERIALES SMA TIPO NITINOL

Miguel Ángel Almanza Rodríguez
Adriana Niyireth Martínez Castillo
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

PROPUESTA DEL MANUAL DE CALIDAD PARA LA EMPRESA GESTORES Y AUDITORES S.A.S. BAJO LA NORMA NTC ISO 9001:2008

Juan Carlos Arévalo Zamora
Alfredo Chacón García (Director)

PROPUESTA DE DOCUMENTACIÓN BÁSICA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL ENFOCADO A LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE CLARO SOLUCIONES FIJAS

Ana María Ávila Gutiérrez
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA LA APERTURA Y CIERRE DE VÁLVULAS DE GAS RESIDENCIALES

Iván Darío Bello González
Henry Montaña Quintero (Director)

COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DEL USO DE RECURSO HARDWARE PARA FILTROS DIGITALES FIR E IIR IMPLEMENTADOS EN UNA FPGA

Diana Zoraida Briceño Rodríguez
Edwar Jacinto Gómez (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MANUAL DE CALIDAD PARA LA EMPRESA INFORMATION TRADE MANAGEMENT CONSULTING DE COLOMBIA (IITM)

Nelson Alonso Camacho Camacho
Alfredo Chacón García (Director)

RECONOCIMIENTO BIOMÉTRICO DEL IRIS "REDBI"

Diego Fernando Cárdenas Piñeros
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE NORMAS ISO 9001 PARA DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA SIGNA GRAIN S.A.S.

Leandro Castro Rincón
DUILIO ARNULFO BUELVAS PEÑARRONDA (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE SOPORTE TÉCNICO DE GRANDES CLIENTES Y GOBIERNO DE ETB

Milena Diazgranados Cifuentes
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Jhonnatan Gómez Bernal
Henry Montaña Quintero (Director)

EQUIPO PORTÁTIL DE MEDICIÓN DE PÉRDIDAS DE CARGA EN UN SISTEMA PARALELO DE TUBERÍAS

Luis Felipe Guarín González
Alfredo Chacón García (Director)

PROTOTIPO DE FOTOPLESTIMÓGRAFO POR OXIMETRÍA DE PULSO

Erica María Guevara Valderrama
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE CALIDAD SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA NTC ISO 9001:2008 PARA LA EMPRESA ESMEDIN S.A.S.

Juan Gerardo Hernández
Alfredo Chacón García (Director)

APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA WAVELET PARA CORRECCIÓN DE RUIDO BLANCO EN SEÑALES DE AUDIO

Pedro Pablo Hernández Traslaviña
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CARGA DE LA BATERÍA DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN SOLAR

Jairo Alberto Huertas Acevedo
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO CON ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES CON UN APLICATIVO QUE PERMITA LA EJECUCIÓN DE LOS COMANDOS DEL BRAZO ROBOT MOVEMASTER EX MELFA RV-M1 DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Manuel Fernando Jerez Suárez
Willson Infante Moreno (Director)

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA GASES TÓXICOS: MONOXIDO DE CARBONO Y METANO

Diego Alejandro Mendoza Cárdenas
Jairo Alfonso Ruíz Caicedo (Director)

ULTRAMOEB: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ULTRASÓNICO EN ANILLO PARA LA DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS

Rafael Oswaldo Ocampo López
Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA INELCOL S.A.S., BASADO EN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA ISO 9001 DEL 2008

Javier Alberto Palomino Silva
DUILIO ARNULFO BUELVAS PEÑARRONDA (Director)

PROPUESTA DE DOCUMENTACIÓN DEL MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA GRUPO SPIRA S.A.S.

Juan Carlos Piñeros Usgame
Alfredo Chacón García (Director)

GONIÓMETRO DIGITAL PARA LA MEDICIÓN DE RANGOS ARTICULARES DE LOS MIEMBROS INFERIORES

Yulian Danilo Reyes Cárdenas
Lely Adriana Luengas Contreras (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA LA TRANSMISIÓN Y RE-

CEPCIÓN DE AUDIO DE UN INSTRUMENTO MUSICAL (GUITARRA O BAJO ELÉCTRICO) CON UN ECUALIZADOR PARAMÉTRICO DE 4 BANDAS

Ronald Estiven Rodríguez Leguizamó
Jordan Camilo Triana Useche
Miguel Ricardo Pérez Pereira (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL LIMNÍMETRO DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL SEDE TECNOLÓGICA

Jonathan Alexander Rodríguez Rey
Aldemar Fonseca Velásquez (Director)

PROPUESTA DE DOCUMENTACIÓN BÁSICA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL ENFOCADO A LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE CLARO SOLUCIONES FIJAS

Héctor Enrique Rodríguez Zambrano
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS ISO 9001 PARA DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA SIGNA GRAIN S.A.S.

Daniel Mauricio Salas Parra
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE SOPORTE TÉCNICO DE GRANDES CLIENTES Y GOBIERNO DE ETB

José Sebastián Salgado Ruíz
Alfredo Chacón García (Director)

PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LA EMPRESA SEGURIMPER DE COLOMBIA

Walter Daniel Suárez Bohórquez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA INELCOL S.A.S., BASADO EN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA ISO 9001 DEL 2008

Johanna Vargas Galindo
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PLAN DE ACCIÓN PARA LEVANTAMIENTO DE NO CONFORMIDAD DETECTADA A TRAVÉS DE UN INFORME INTERNO DE LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA EMPRESA ESINCO S.A.

Oswaldo Villarraga Rueda
Audryd Brian Cubides Guzmán

Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

4. Tecnología en Sistematización de Datos

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE REMISIONES DE LOS SERVICIOS OFRECIDOS POR LA EMPRESA PELICANO LIMPIEZA Y SUCCIÓN S.A.S.

Daniel De León Cabrera Pinzón
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE NOTAS DE LOS ESTUDIANTES DEL COLEGIO SALUDCOOP SUR I.E.D.

Miguel Ángel Cadena Sierra
Claudia Johana Valbuena Villanueva
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE DOCUMENTOS COMERCIALES DE LA EMPRESA IMPORCAJAS

Wilmar Alexis Caicedo Serrano
Miguel Antonio Caro Ocampo
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN Y PROMOCIÓN DE SERVICIOS CLÍNICOS ODONTOLÓGICOS

Angie Ximena Calero Rodríguez
Maby Yhirleidy Pardo Rodríguez
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE CONDUCTORES Y PARQUE AUTOMOTOR EN LA EMPRESA CONDUCIR LTDA

Diana Helen Carranza Daza
Juan Carlos Prieto Izaquita
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE INVENTARIO Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA EMPRESA CÁRNICOS JORGE ESPINOSA LTDA

John Kenedy Chavarro Muñoz
Willmer Alejandro Ortiz Lozada
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO EN MATERIA DE EFICACIA PARA LA EMPRESA RSN COMPUTACIÓN LTDA

Yined Marcela Díaz Labrador
Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE DATOS DE LAS HISTORIAS MÉDICAS DE BIENESTAR INSTITUCIONAL, APLICANDO TECNOLOGÍA BIOMÉTRICA DE RECONOCIMIENTO DACTILAR EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Daniel Ricardo Escobar Moreno
Jean Kevin Triana Rojas
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIONAR LOS PROCESOS DE PRÉSTAMO E INVENTARIO DE LA BIBLIOTECA DE LA I.E.D. COLEGIO GERARDO MOLINA RAMÍREZ POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO LECTOR DE CÓDIGO DE BARRAS VÍA INTRANET

Breyner Stihuar Garzón Torres
Yeimmy Paola Ramírez Macías
Héctor Julio Fúquene Ardila (Director)

SISTEMA MULTINIVEL PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA EN BIENESTAR INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Edicson Leonardo Gómez Pachón
Jonathan Esneider López García
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

AMBIENTE VIRTUAL PARA NIÑOS QUE PRESENTAN DIFICULTADES DE LA LECTURA Y ESCRITURA

Paula Andrea Guzmán Moya
Natalia Rojas Gutiérrez
Norberto Novoa Torres (Director)

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN APLICATIVO WEB QUE PERMITA TRAMITAR LA AUTORIZACIÓN PARA EJERCER LA ESPECIALIDAD MÉDICA EN ANESTESIOLOGÍA PARA EL MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

Alex Mauricio Latorre Aguilar
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS POR MEDIO DE UN ACCESO MÓVIL MEDIANTE CÓDIGOS QR

Jeimy Lorena Rojas Cruz
William Fernando Suárez Bastidas
Miller Gómez Mora (Director)

PLATAFORMA EDUCATIVA WEB PARA EL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN JAVA

Edisson Alfonso Rojas Suárez
Javier Camilo Triana Ruíz
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN ACADÉMICA PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL FRANCISCO DE MIRANDA

Lina Paola Santos Victorino
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

APLICACIÓN WEB PARA EL CONTROL Y GESTIÓN DOCUMENTAL EN EMPRESAS DE SEGURIDAD DEL SECTOR PRIVADO

Heiner Suárez Ramírez
Hawin Andrei Tapiero Tapiero
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA EL CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LAS VENTAS POR CATÁLOGO DESDE ACCESO MÓVIL PARA CONFECCIONES CHATALL

Cristian Camilo Tobaría León
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA AGILIZAR EL PROCESO DE RADICACIÓN DE REGISTRO CALIFICADO PARA PROGRAMAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Sandra Milena Torres Morales
José Vicente Reyes Mozo (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBSERVADORES DE ALUMNOS, GENERACIÓN DE BOLETINES, CONSTANCIAS DE ESTUDIO Y FORMULARIOS DE RETROALIMENTACIÓN PARA EL JARDÍN INFANTIL DE TECHO

Ancísar Turmequé Calderón
Ana Luisa Villamil Martín
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE PROCESOS CORRESPONDIENTES A LAS ACTIVIDADES POR ÁREA DEL CONOCIMIENTO, MANUAL DE CONVIVENCIA Y REPORTES ACADÉMICOS DEL COLEGIO GUSTAVO RESTREPO I.E.D. SEDE A

Wilson Leonardo Aguilar Rodríguez
Diana Marcela Sierra Mendoza
José Vicente Reyes Mozo (Director)

MEJORA DEL MANUAL DE SGC NTC ISO 9001:2008 Y DISEÑO DE CARTILLA PEDAGÓGICA DEL SGC EN RELACIÓN CON LA IMPLEMENTACIÓN DE INTERNET Y DATOS A TRAVÉS DE FIBRA ÓPTICA DE LA RED DE IFX NETWORKS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Edward Leonardo Alvarado Romero
Andrea Paola Herrera Herrera
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE APOYO PARA UN MODELO DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN, ASISTIDO POR UNA RED INALÁMBRICA DE SENSORES Y UN ORDENADOR DE PLACA REDUCIDA SBC

Andrés Leonardo Arévalo Parra
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS DE ESTUDIANTES DEL CENTRO EDUCATIVO CARLOS ARTURO TORRES

Christian David Arias Peralta
José Leonardo Matiz Ávila
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

PROPUESTA DEL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001, REALIZACIÓN DE CARTILLA DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE GESTIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE ATENCIÓN AL CLIENTE PARA EL CENTRO RADIOLÓGICO DIGITAL AMÉRICAS CRA

Jorge Alexander Ávila Cárdenas
Dagoberto Rincón Rojas
Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

SISTEMA MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE INTERVENTORÍAS DE OBRAS CIVILES PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN "IMPLEMENTACIÓN TECNOLÓGICA EN LA VIVIENDA POPULAR" DEL PROYECTO TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Yury Gineth Bohórquez Moreno
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN, GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS CON HERRAMIENTAS MÓVILES PARA LA EMPRESA SOFTWARE BUILDERS

Cristhian Camilo Cangrejo Sáenz
Norberto Novoa Torres (Director)

SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS BAJO UN ENTORNO WEB PARA EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE MERCANCÍA

Deisy Milena Cañón Roncancio
Andrew Hernández Torres
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO CON DISEÑO 3D, ENFOCADO HACIA EL APOYO EN EL APRENDIZAJE DE LAS TABLAS DE MULTIPLICAR

Brandon Alexis Castillo Pinzón
Gerardo Alberto Castang Montiel (Director)

REALIZAR EL MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2008, PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PERMACOS S.A.S.

Segundo Ovidio Castro Umaña
Diana María Ferro Rodríguez
Gerardo Alberto Castang Montiel (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE CASOS DEL ÁREA DE ASUNTOS ESTUDIANTES DEL CENTRO DE BIENESTAR INSTITUCIONAL UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

July Paola Chitiva Ortiz
Jhosman Alfonso Lizarazo Mora
Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

CREACIÓN DE CARTILLAS SISO Y MANUAL SISO PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOTONES EN LA EMPRESA SMILE BUTTON'S

José Alberto Córdoba Higuera
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA MULTINIVEL PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE ASIGNACIÓN DE PRÁCTICAS Y GENERACIÓN DE PAZ Y SALVOS DE LOS LABORATORIOS DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Juan Sebastián Cruz Mora
Luigui Daniel Peña Huérfano
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA EL ANÁLISIS, ESTUDIO PRESUPUESTAL Y DISEÑO DE ENCOFRADOS "DISENCO V. 1.0"

Carlos Andrés Daza Rachen
Javier Alberto Ospina Ramos
Carlos Alberto Vanegas (Director)

SISTEMA MULTINIVEL PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS E INVENTARIO DEL ALMACÉN EN LA ORGANIZACIÓN BDP (PROJECTING DESIGNED BUILDING) LTDA

Ángel Noel Durán Flórez

Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DE UN CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN DIGITAL

Wilmer Leandro Fonseca Tivabisco

Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN ACADÉMICA DEL GIMNASIO PENSADORES CREATIVOS

Lisbeth Paola Gaona García

Anderson Torres Porras

Carlos Alberto Vanegas (Director)

DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL MANUAL Y LA CARTILLA PEDAGÓGICA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LA EMPRESA SERVIFORMACIÓN S.A. BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA NTC ISO 9001:2008

Francisco Javier Gómez Arteaga

Gerardo Alberto Castang Montiel (Director)

DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN BÁSICA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL COLEGIO CAMPESTRE PRINCIPADO DE MÓNACO

Mario Alexander Hoyos Linares

Bobby Ancízar Tapias Martínez

Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROCESO DE SOPORTE DE TV CORPORATIVA DE TELEFÓNICA COLOMBIA

Sara Elizabeth Maldonado Gómez

Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE MEDICINAS, DISPOSITIVOS MÉDICOS Y ODONTOLÓGICOS DE BIENESTAR INSTITUCIONAL EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nelly Yurani Martínez Zamudio

Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA REGISTRO DE INFORMACIÓN CONTABLE EN LA EMPRESA COMPUSILLAS

Luz Adriana Moyano Orjuela

Yasmin Elena Suárez Cárdenas

Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

SISTEMA DE INFORMACIÓN WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO DE RECURSOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Fernando Alonso Munévar Bejarano

Norberto Novoa Torres (Director)

DISEÑO DE LA PROPUESTA DEL MANUAL DE CALIDAD DE EMMBLEMA SOFTWARE S.A.S. PARA EL PROCESO MISIONAL "DESARROLLO DE SOFTWARE"

César Alexander Ramírez Ferro

Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

MANUAL DE GESTIÓN OCUPACIONAL APLICANDO LA NORMA NTC-OHSAS 18001 EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA EL PROCESO DE ALMACENAMIENTO

Harold Bernardo Ramírez Reyes

Heidy Yulieth Roperó Triviño

Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

MANUAL DE CALIDAD Y EL DESARROLLO DE UNA CARTILLA PEDAGÓGICA PARA LA SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN EN HELP DESK DE LA EMPRESA CLICK DATA SOLUTION

Edwin Rodríguez Galíndez

Jorge Luis Sierra Huertas

Gerardo Alberto Castang Montiel (Director)

PLATAFORMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE

Jhonathan Stiven Ballesteros Galindo

Rocío Rodríguez Guerrero (Director)

5. Tecnología Industrial

PROPUESTA DE UN SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LA EMPRESA M Y G CONFECCIONES S.A.S.

Rober Álvarez Vargas

José Yamid Cabrera Sierra

Ángela Pardo Heredia (Director)

PROPUESTA DE UN SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN COOPDISFLORES BOGOTÁ

José Joaquín Abril Mora

Yessica Fernanda Muñoz Echeverry

Ángela Pardo Heredia (Director)

PLANEACIÓN Y GESTIÓN ESTRATÉGICA PARA MOBLIFORMAS S.A.S.

Juan Sebastián Angarita Niño
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

MANUAL ESPECÍFICO DE FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES PARA LOS EDILES DE CIUDAD BOLÍVAR

Angie Tatiana Angarita Pereira
Estefany Pulido Fonseca
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DEL SUBPROGRAMA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA IMPRESOS ARTE Y LÍNEA LTDA

Jair Sneider Ariza Quiroga
Ángela Pardo Heredia (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS PARA DETERMINAR UN PUNTO DE VENTA DE CUADERNOS PERSONALIZADOS MARCA ESTADO X EN EL CENTRO DE BOGOTÁ

Leidy Catherine Becerra Muñoz
Karen Liseth Campos Celis
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR

Daniela Bocanegra Florián
Katherin Rodríguez Cadena
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CEREALES PRECOCIDOS FLOR CAMELIA

Paola Andrea Camargo Cristancho
Robinson Pacheco García (Director)

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA PARA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS AMBIENTALES ESCOLARES DE LOS COLEGIOS PRIVADOS DE LA LOCALIDAD 19 DE CIUDAD BOLÍVAR EN LAS UPZ 68, EL TESORO Y 69 ISMAEL PERDOMO

Cindy Yojana Camargo Florián
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN EL BARRIO RESTREPO ANTE LA LLEGADA DEL CALZADO CHINO E INVESTIGACIÓN DE LAS PREFERENCIAS DEL

CONSUMIDOR DE CALZADO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Christian Camilo Campos Castro
Cristian David Vega Moreno
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

ESTUDIO DE MERCADO PARA LA PERSPECTIVA DEL ANÁLISIS DEL POSICIONAMIENTO DE LAS GASEOSAS 250, 350 Y 500 CM3 DE LAS GASEOSAS POSTOBÓN

Jaiver Cardona Giraldo
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

FORMULACIÓN DE UN SISTEMA LOGÍSTICO DE RECOLECCIÓN DE PILAS USADAS EN LOS COLEGIOS PÚBLICOS EN LA UPZ 66 DE CIUDAD BOLÍVAR

Dina Mayerly Castro Agudelo
Daniel Alexander Reyes Espinosa
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

MODELO DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA MARROQUINERÍA D & J S.A.S. BAJO LA METODOLOGÍA DEL MODELO CANVAS

Johana Paola Cruz Herrera
Diana Marcela Romero Bríñez
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS Y TÉCNICO PARA LA CREACIÓN DE EMPRESA DE RECICLAJE EN LOS CONJUNTOS DE PROPIEDAD HORIZONTAL EN LA UPZ 42 (VENECIA) DE LA LOCALIDAD SEXTA DE TUNJUELITO

Omar Darío García Martín
Carlos Andrés Gómez Sanguino
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE INVENTARIOS EN EL MERCADO AGUACATERO DE CORABASTOS S.A.

Hernando Gómez Bustos
Andrés Leonardo Trujillo Gutiérrez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL INDICADOR DEL NIVEL DE SERVICIOS DE ENTREGAS DE LA EMPRESA CADENA S.A. EN SU PLANTA DE BOGOTÁ

Luis Carlos González Ortiz
Humberto Guerrero Salas (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA CONTROLAR

Y MANEJAR LOS MATERIALES EN LA EMPRESA REPUJADOS MASTER LTDA

Wilson Eduardo López García
Víctor Hugo Riveros Gómez (Director)

APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS FLEXIBLES LTDA

Manuel Enrique Maldonado Mesa
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ESTANDARIZACIÓN DE ELABORACIÓN DE PROBETA DE VIDRIO BLINDADO CURVO PARA PRUEBAS DE LABORATORIO EN AMERICAN GLASS PRODUCTS DE COLOMBIA A.G.P. S.A.

José Darío Marín Medina
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO EN LA RED CONTRA INCENDIOS DE CAMPO GUADUAS DE PACIFIC STRATUS ENERGY

Eddy Aldemar Melo Contreras
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

DESARROLLO DE CARTILLA GUÍA PARA LA CREACIÓN DE PLANES DE NEGOCIOS

Luisa Fernanda Melo Cortés
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO LA METODOLOGÍA 5'S EN LA EMPRESA "GRUPO ELITE DE OUTSOURCING S.A.S."

Leidy Ximena Montoya Amézquita
Fabio Andrés Núñez Beltrán
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PULIDO Y BLOQUEO MANUAL MEDIANTE UN ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS PARA LA EMPRESA AGP DE COLOMBIA

Viviana Andrea Niño Niño
Robinson Pacheco García (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y COSTOS PARA EL PROCESO DE ORDEÑO BOVINO EN LA VEREDA TOTARCO DEL MUNICIPIO DE COYAIMA BAJO SISTEMAS A BASE DE BIOGÁS

María Isabel Ochoa Aroca
Robinson Pacheco García (Director)

ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA BROCHA PROFESIONAL 5 DE INDUSTRIAS GOYAINCOL LTDA

Raúl Fernando Osma Vargas
Diego Andrés Russi Umaña
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y PROPUESTAS DE CONTROL DE LOS RIESGOS LABORALES EN LA EMPRESA SIMPLICOL LTDA

José Antonio Padilla Méndez
Ángela Pardo Heredia (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MUEBLES LÍNEA HOGAR A PARTIR DE LA TRANSFORMACIÓN DE EMPAQUES DE TETRA PACK

Juan Danilo Patiño Galeano
Andrés Felipe Mendoza Cárdenas
Helmer Alexander Petrel Gálviz
Wilmer Andrés Torres López
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROYECCIÓN DEL CENTRO RECREACIONAL SAN NICOLÁS DE FUSAGASUGÁ DE LA COOPERATIVA MULTIACTIVA DE MILITARES EN RETIRO

Naida Natalia Pinzón Rojas
Víctor Hugo Riveros Gómez (Director)

ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LICITACIONES Y CONTRATACIÓN DE LA FIRMA DEL INGENIERO CIVIL VÍCTOR ADELMO GUANTIVA

Karen Natalia Ramírez Aguillón
Víctor Hugo Riveros Gómez (Director)

DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE GESTIÓN DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL TRABAJO DEL COLEGIO RICAURTE DE SOACHA E.U.

Laura Camila Ramos Díaz
Jimmy Julián Vallejo Caro
Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE LAS DEVOLUCIONES EN ALIMENTOS CÁRNICOS S.A.S. IMPLEMENTANDO INGENIERÍA DE MÉTODOS Y TIEMPOS

Luis Ernesto Riveros Marriaga
Robinson Pacheco García (Director)

DESARROLLO DE UN MODELO CONCEPTUAL A PARTIR DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN LOS MACROPROCESOS DE ORIENTACIÓN

Y GOBIERNO ESCOLAR EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DISTRITALES

Claudia Liliana Rodríguez Osorio
Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

ASEGURAMIENTO DEL PROCESO DE PRENSADO EN LA PLANTA P&P PLANTA MADRID CORONA - COLCERÁMICA S.A. A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DMAIC

Luis Carlos Romero Sanabria
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD SEGÚN LA NTC ISO 9001:2008 PARA PROCESOS CARTOGRÁFICOS EN INVERTECNICA LTDA EL CAMPÍN

Diego Javier Ruíz Ramos
Ángela Pardo Heredia (Director)

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GINO REAL E.U.

Leydy Cristina Salcedo Ferias
Edwin Alfonso Vergara Gelacio
Robinson Pacheco García (Director)

ESTUDIO DE MERCADOS PARA PRODUCTOS CULTIVADOS EN AGRICULTURA URBANA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR BOGOTÁ D.C.

Erica Milena Salinas Congo
Jesús Eduardo Gutiérrez Coneo
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO QUE PERMITA TRANSFORMAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL BARRIO SAN FRANCISCO (LOCALIDAD 19 CIUDAD BOLÍVAR) EN COMPOST

Luisa Fernanda Sanabria Rodríguez
Rosendo López González (Director)

PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS MÁQUINAS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HIGH LIGHTS S.A.

Darwing Sarmiento Moreno
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES EXITOSOS EN LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL EN EL COLEGIO LUIS CARLOS GALÁN SARMIENTO I.E.D.

Óscar Javier Vargas Caro
Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

PROPUESTA DE GESTIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA IMPRESOS PROARLI PRODUCTOS ARTE Y LÍNEA LTDA

Ángela Jazmín Álvarez González
Yeimy Lorena Ortigoza Vega
Rodrigo Quintero Reyes (Director)

PLAN DE EJECUCIÓN DE AUDITORÍA INTERNA PARA EL GRUPO PHOENIX

Sandra Patricia Ardila Lara
Elizabeth Teylor Cubillos Torrecillas
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA PARA LA DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN DE PLANTAS EN DUGOTEX S.A.

Hedison Ariza López
Joan Manuel Ávila Luque
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCESOS EN ALMACRIL S.A.S. BAJO LA NTC ISO 9001:2008

Sergio Alfonso Avellaneda Barbosa
William Mauricio Camacho Bejarano
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE QUEJAS Y RECLAMOS Y ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Diego Iván Barón Jaramillo
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LOS PROCESOS OPERACIONALES EN LA EMPRESA AKIRTEX S.A.S.

Ivonne Maritza Becerra Franco
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN AL SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA RUPERT COCINAS

Wilson Fernando Beltrán Guasca
Jorge Enrique Peña Martínez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

DISEÑO Y PROPUESTA DEL MANUAL DE CALIDAD EN LA EMPRESA STOR INGAL S.A.S. CON ENFOQUE EN LOS PROCESOS MISIONALES

Steven Alexander Beltrán Hernández
Omar Andrey González Saavedra
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y CARTILLA PEDAGÓGICA DE SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA LA EMPRESA MHARA S.A.S.

Luis Eduardo Bonilla Gómez
Sandra Patricia Rivera Robles
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE RECORTE, PULIDO Y PRE-ENSAMBLE OEM EN AGP DE COLOMBIA S.A.

Leidi Marcela Bustacara Lizarazo
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DIAGNÓSTICO, DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LA EMPRESA COMPUSITE INC SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA NTC ISO 9001:2008

Jesús Antonio Calle Reinoso
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA CONSTITUCIÓN DE LA FUNDACIÓN AL EXTREMO ENFOCADA A LOS JÓVENES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Julieth Yeraldine Castillo Cubillos
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN MULTIDIMENSIONALES S.A.

Edwin Fabián Chavarro Acosta
Juan Sebastián Pineda Arias
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

EL ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO O PROJECT CHARLER COMO PROPUESTA DE MEJORA EN LA REALIZACIÓN DE PRODUCTOS EN EL PROCESO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN SAURUX S.A.S.

Javier Enrique Chisava Romero
José Andrey Torres Roncancio
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DE DOCUMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL ÁREA DE RECURSOS HUMANOS DE LA EMPRESA DIGITAL D & E BAJO LA NORMA ISO 9001

Alexander Duarte Flórez
Willy García Pedraza
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LA UNIDAD PRO-

DUCTIVA DE CONFECCIONES CVP, CARTILLA PEDAGÓGICA DEL SISTEMA ISO 9001:2008

Yaneth Patricia Fajardo Castañeda
Juan David Pabón Real
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE CALIDAD PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PYME TARA'S COLLECTION BASADO EN LA NORMA NTC-ISO 9001 VERSIÓN 2008

Karol Julieth Franco Tangarife
Johanna García Segura
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MOBILIARIOS ESPECIALES

Erika Gisela Galeano Camacho
Luisa Fernanda García Giraldo
Robinson Pacheco García (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001 DE 2008 EN TRANSPORTE MODERNO GRUPO LOGÍSTICO S.A.S.

Carol Alejandra Giraldo Ortiz
Julio Alexander Méndez Bohórquez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA ARME IDEAS EN GUADUA

Paula Andrea Gómez Lozano
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA EL MOTOLAVADO FULLWASH UBICADO EN LA UPZ 71 TIBABUYES, LOCALIDAD SUBA

Jairo Alexander Gómez Meza
Yenny Paola Montero Rojas
Robinson Pacheco García (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA EL MONTAJE DE UN CENTRO DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MOTOCICLETAS DE BOGOTÁ D.C.

Iván Albeiro Gómez Vanegas
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PLAN DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD PARA DISMINUIR DEFECTOS EN LOS TUBOS COLAPSIBLES DE HENKEL S.A. EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PUENTE ARANDA DE MULTIDIMENSIONALES S.A.

Ana Milena González Vargas

Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA ÁREAS CRÍTICAS EN EMCOCLAVOS S.A.

Erika Estephania Jiménez Silva
Johan Alexander Rincón Gualdrón (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DEL MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO BASADO EN LA NORMA NTC-OSHAS-18001 EN RAPISCOL S.A.

Yenifer Martínez Guerrero
Gloria Cecilia Páez Ibáñez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LA EMPRESA SEGURIMPER DE COLOMBIA

Adelia Viviana Medina Córdoba
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL PROCESO DE REACONDICIONAMIENTO DE EQUIPOS Y PIEZAS DE HP PARA LA EMPRESA IQ ELECTRONICS COLOMBIA

Luis Miguel Méndez Soler
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN INVERSIONES GUERFOR S.A. PARA EL PROCESO DE COMPRAS

Diana Marcela Merchán Vaca
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA COMPAÑÍA RPH INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LTDA

Michell Yesid Mestizo Caro
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE LAMINACIÓN EN MULTIDIMENSIONALES S.A.

Sergio Esteban Muñoz Rodríguez
Hernán Darío Niño Rodríguez
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN BÁSICA DEL PROCEDIMIENTO DE LOGÍSTICA DE COMPAÑÍAS ASOCIADAS DE GAS S.A. E.S.P. PARA EL PROCESO DE RECERTIFICACIÓN ISO 9001:2008 DE LA COMPAÑÍA

Nury Astrid Niño Valero

María Cristina Velandia Virgues
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DE CALIDAD PARA LOS PROCESOS OPERACIONALES DE LA PYME CAFÉ ZULETA COLOMBIA EN LA NTC ISO 9001:2008

Johanna Carolina Olarte Mendoza
Ana Clovis Rodríguez Calvo
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN ÁREA DE CORTE PARA CREACIONES MERCY LTDA

Natalia Orozco Salón
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS PARA LA EMPRESA LABORATORIOS LA SANTÉ S.A.

David Alexander Prieto Hernández
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

MEJORAMIENTO AL PROCESO INTERNO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS DE IGM INGENIERIA S.A.

Jeisson Alfonso Rodríguez Rey
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DEL MANUAL DE CALIDAD Y LA CARTILLA DE SENSIBILIZACIÓN PARA EL PROCESO "GESTIÓN DE CALIDAD" EN LA ORGANIZACIÓN ALAMBRES Y MALLAS S.A.

Carlos Andrés Sabogal Russi
Julio César Salinas Arango
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LOS PROCESOS OPERACIONALES EN LA EMPRESA ARKITEX S.A.S.

Leidy Lorena Suárez Rodríguez
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

ESTANDARIZACIÓN DEL PROGRAMA PLANTAS BLANCAS EN LA COMPAÑÍA MULTIDIMENSIONALES

Edwin Ernesto Useche Mahecha
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

6. Tecnología Mecánica

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO DE GUIADO AUTOMÁTICO PARA CARGA

David Ricardo Alvarado Cordero
Javier Eduardo Cristiano Castelblanco
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO A FLEXIÓN, TENSIÓN Y COMPRESIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO POR PVC Y ASERRÍN DE MADERA

Luis Alejandro Álvarez Pérez
Wenceslao Moya Hilarión
Henry Moreno Acosta (Director)

ANÁLISIS DE LA MICROESTRUCTURA Y DUREZA DEL ACERO RÁPIDO BOHLER S600 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE TEMPLE Y TRES REVENIDOS

Édgar Fernando Ariza Gabalán
Jorge Andrés Cifuentes Rueda
Luis Hernando Correa Murillo (Director)

SOFTWARE PARA LA PREDICCIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN PIEZAS TORNEADAS DE ACERO AISI 1020

Carlos Eduardo Barbosa Suárez
John Alejandro Forero Casallas (Director)

INFLUENCIA DEL TEMPLE DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS Y EL REVENIDO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TENSIÓN Y DUREZA EN UN ACERO AISI/SAE 1018

David Santiago Barrera Cuellar
Paubla Andrea Calderón Camacho
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE DOS CAPTADORES SOLARES PARA (ACS) CON TUBERÍA GALVANIZADA Y ENVASES PET OPACOS EN SERIE Y PARALELO

Nelson Enrique Cardoso León
Germán Arturo López Martínez (Director)

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y USUARIO EX-TRUSORAS 65 Y 90

Christian Camilo Cuenca Hernández
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE DOS CAPTADORES SOLARES PARA (ACS) CON TUBERÍA GALVANIZADA Y ENVASES PET TRAS-LÚCIDOS EN SERIE Y PARALELO

Uriel Alejandro Español Marroquín
Juan David González Espinosa
Germán Arturo López Martínez (Director)

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AIRE EN UNA SALA DE CÓMPUTO DE LA UNIVERSIDAD DISTRI-TAL FACULTAD TECNOLÓGICA PARA EL MEJO-RAMIENTO DEL CONFORT TÉRMICO

Esteban Alejandro Galvis Alfonso
Nicolás David Vergara Jiménez
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE DISPOSITI-VOS BASADOS EN ARQUITECTURA PARALELA EN LA PLATAFORMA SIEMENS NX

Jhon Sebastian Gómez Ramírez
Jarol Harley Lesmes Rueda
John Alejandro Forero Casallas (Director)

SIMULACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1 EN LA PLATAFORMA INDUSTRIAL NX SIEMENS

Sebastián Camilo Guaquetá Melo
John Alejandro Forero Casallas (Director)

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATE-RIAL AGLOMERADO DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNT CON UNA RESINA HIDROPUL 400-HTR

Julián Rodolfo Herrera Bermúdez
Cristian Niño Martínez
Luis Ernesto Alférez Rivas (Director)

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO DEL ALUMINIO 6061-T6 A UNA TEMPERATURA DE 150 °C DURANTE TIEMPOS DE 12, 18, 24 ,48, 72 Y 96 HORAS

George Antony Herrera Vergel
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ESTUDIO TEÓRICO DE LOS PARÁMETROS TEC-NOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE RECUBRIMIENTO POR PINTURA ELECTROS-TÁTICA EN MATERIALES METÁLICOS

Mayra Daniela López Álvarez
Edwar Fabián Pérez Alzate
Jonny Ricardo Dueñas Rojas (Director)

MANUAL PARA LA GENERACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS POR MEDIO DE EQUIPO DE ULTRASONIDO USM 35X

Héctor Alfredo López Ramírez
Wilian Arley Ochoa Caicedo
Yisselle Indira Acuña Hereira (Director)

COMPARACIÓN MICROESTRUCTURAL DE LOS ACEROS 1020, 1045 Y 8620 TEMPLADOS DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS

Sender Nicolás Moreno Sánchez

Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DE LA CEMENTACIÓN Y EL TEMPLE DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS A LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE UN ACERO AISI 1018

Andrés Armando Pedraza Moreno
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA SOPORTAR EL DIFERENCIAL PARA LEVANTAR CARGA DE 2000 KG EN LA EMPRESA TASERVIN & CIA. S. EN C.

Andrés Felipe Romero Barreto
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

ANÁLISIS METALGRÁFICO DE FALLA DEL BRONCE EN LA APLICACIÓN DE PLATILLOS DE BATERÍA

Diego Ariel Romero Hurtado
Luis Hernando Correa Murillo (Director)

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE UNA BANDEJA CAPTADORA CON SISTEMAS DE ACUMULACIÓN DE RESIDUOS Y CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA UN DESTILADOR SOLAR

Diego Fernando Toro Delgado
Camilo Andrés Arias Henao (Director)

ANÁLISIS DE FORMACIÓN DE GRIETAS GENERADAS POR TEMPLE EN SALMUERA EN UN ACERO 4140

Richard Jacinto Torres Ramírez
Fabio Raúl Pérez Villamil (Director)

DISEÑO DE UNA PRENSA PARA IMPRESIÓN DE LOGOS EN PUNZONERÍA

Cristian Camilo Alvarado Buitrago
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO DE UNA MÁQUINA TERMOFORMADORA

Danilo José Buitrago Martínez
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

BANCO DE MEDICIÓN PARA CAPTADORES TÉRMICOS PLANOS PARA CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA

Dayan Slendy Buitrago Reyes
Camilo Arias Henao (Director)

FABRICACIÓN EN RESINA POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO DE UNA BASE Y

UN SOPORTE GIRATORIO PARA UN ROLLO DE FIBRA DE VIDRIO EN HILO

Jairo Arley Díaz Moreno
Efraín Antonio Jerez Duarte
Henry Moreno Acosta (Director)

LA INFLUENCIA DEL ENVEJECIMIENTO TÉRMICO A 200°C EN LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN EL ALUMINIO 2024-T351

Daniel David Domínguez Alonso
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REVENIDO EN LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN UN ACERO 1045 TEMPLADO DESDE UNA TEMPERATURA INTERCRÍTICA

Alejandro Gómez Moreno
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

TÉCNICA DE METALOGRAFÍA A COLOR APLICADA A UN ACERO INOXIDABLE 316

Leonardo Hernández Moreno
Luis Hernando Correa Murillo (Director)

EFFECTO DEL ENVEJECIMIENTO TÉRMICO EN LA DUREZA DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304

Dilan Estidt Loaiza Tapiero
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO DE GAS HIDROXI

Jeison Fidel Marta Tapias
Norman Javier Villa Ramírez
Germán Arturo López Martínez (Director)

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN UN ACERO 1045 TEMPLADO DESDE 740°C

Jeison Alejandro Molano Pinzón
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE CEMENTACIÓN Y TEMPLE A TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS EN ACERO 1020

Gilberto Mora Guzmán
Christian Camilo Ramírez Cortés
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

EVALUACIÓN DEL CAMBIO DE LA MICROESTRUCTURA Y VALORES DE DUREZA DEL ACERO SAE 1045 Y UN ACERO RÁPIDO HSS AL SER SOMETIDOS A TEMPLE Y REVENIDO

Daniel Horacio Neuta Romero

Jeisson Giovanni Rincón Vivas
Luís Hernando Correa Murillo (Director)

EVALUACIÓN DEL DESTILADOR SOLAR DE AGUA DE DOS VERTIENTES EN LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL

David Leonardo Palacios Méndez
José Luís Robles Escamilla
Camilo Arias Henao (Director)

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE DUREZA Y MICRO DUREZA DEBIDO AL TEMPLE Y REVENIDO DE UN ACERO 4140

Jonathan Fernando Peña Peña
Luís Hernando Correa Murillo (Director)

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO PRE Y POS SOLDADURA EN LAS MICRODUREZAS DE UNA UNIÓN SOLDADA DE UN ACERO 1045 TRATADO A TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS

Paula Andrea Potes Díaz
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REVENIDO EN LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN UN ACERO 1045 TEMPLADO DESDE UNA TEMPERATURA DE 760°C

Michael Andrés Quintero Salguero
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DEL REVENIDO EN LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN UN ACERO 1045 TEMPLADO DESDE UNA TEMPERATURA INTERCRÍTICA A 770°C

Luís Felipe Rodríguez Leguizamón
David Ricardo Valderrama Parra
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO DE UNA GUILLOTINA PARA BOBINAS DE PAPEL

Andrés Rodrigo Romero Velásquez
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS METALOGRAFICOS A COLOR Y TRADICIONALES EN LOS ACEROS INOXIDABLES MARTENSÍTICOS DE LA SERIE AISI 400

Fabián Danilo Valderrama Medina
Luís Hernando Correa Murillo (Director)

7. Ingeniería Civil

VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL BLOQUE 9 DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Enith Vanessa Ávila Sánchez
Eduard Alexander Lizarazo Beltrán
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

COMPARACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO VARIANDO EL MÉTODO DE APLICACIÓN DE EM-CERÁMICO Y EM-LÍQUIDO EN LA DOSIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA

Cristhian Edilberto Barbosa Turriago
Diego Andrés Farfán Torres
Milton Mena Serna (Director)

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA INSPECCIÓN LA MAGDALENA EN EL MUNICIPIO DE QUEBRADANEGRA DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS DEL RAS 2000

Édgar Alexander Barrera Aguirre
César Augusto García Ubaque (Director)

INSPECCIÓN PATOLÓGICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA LOCALIDAD No. 7 DE BOGOTÁ D.C., COMO FASE DEL PROYECTO “COMPARATIVA PATOLÓGICA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN CLIMAS EXTREMOS Y LA TOMA DE DECISIONES ASOCIADAS” DEL CONVENIO INTERINSTITUCIONAL DE LA UDFJC CON LA UNILA Y LA UJED

Adriana Marcela Benavides Zambrano
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE VÍAS ELEVADAS, DIAGNÓSTICO Y ESQUEMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA MITIGACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL ANILLO VIAL DE BOGOTÁ

Adi Leidy Betancourt López
César Arturo Neuta Romero
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

REQUERIMIENTOS DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL PARA ACCEDER A LA CERTIFICACIÓN LED EN BOGOTÁ

Manuel Fernando Buitrago Moreno
José David Uribe Castañeda
Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

ESTUDIO PILOTO PARA EL ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO EN LA REMOCIÓN DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL

Jamer Yadir Carabalí Camacho
Hernán Darío Soto Varón
Fernando González Casas (Director)

ESTUDIO DE SENSIBILIDAD EN PARÁMETROS HÍDRICOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN DOS ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN EL RÍO CAUCA

Jhon Andersson Cardona Chaparro
Isabel Cristina Patiño Díaz
Fernando González Casas (Director)

DISEÑO TEÓRICO DE REFORZAMIENTO SISMO-RESISTENTE PARA CASAS DE UNO Y DOS PISOS CONSTRUIDAS EN MAMPOSTERÍA SIMPLE TIPO BLOQUE

Stevenson Castañeda Vega
Germán Bernardo Rincón Castillo
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

ANÁLISIS PATOLÓGICO Y DE COMPETENCIA ESTRUCTURAL DEL BLOQUE No. 6 DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRICTAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Maryorie Correa Leguizamón
Diego Alejandro Ramírez Hernández
Rodolfo Felizzola Contreras (Director)

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LAS OBRAS EJECUTADAS EN CONSTRUMAX A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

Yuri Milena Gómez Gómez
Karol Nayibeth Sarmiento Salgado
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

EVALUACIÓN TÉCNICA, LEGAL Y DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SOPÓ DE ACUERDO CON LAS NORMAS RAS 2000 Y DEMÁS NORMAS APLICABLES

Leidy Viviana González Moreno
Andrés Felipe Sánchez Rodríguez
César Augusto García Ubaque (Director)

DIAGNÓSTICO DE LA URBANIZACIÓN CASA GRANDE MZ 2, UBICADA EN EL BARRIO CANDELARIA DE LA LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR, BAJO LA CONCEPCIÓN DE VIVIENDA SALUDABLE

Luis Alberto Guerrero Villa

Julieth Angélica Leguizamón Donoso
César Augusto García Ubaque (Director)

ESTUDIO Y DISEÑO DE PASOS PEATONALES SEGUROS EN LA INTERSECCIÓN AVENIDA JORGE GAITÁN CORTÉS (CALLE 73 SUR) CON AVENIDA VILLAVICENCIO (TRANSVERSAL 70 B)

Diego Eduardo López Ortiz
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

MANUAL DE PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LA SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ SEGÚN EL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED PARA HOGARES

Diana Carolina Martínez Vega
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN QUE TIENDEN A OPTIMIZAR LAS CONDICIONES ACTUALES DEL TRÁNSITO VEHICULAR, SEGURIDAD PEATONAL E IMPACTO SOCIAL EN LA INTERSECCIÓN DE PUENTE ARANDA BOGOTÁ D.C., DENTRO DE UN ÁREA DE INFLUENCIA DE 800 METROS

Alexandra Pataquiva Ortiz
Sandra Marcela Rojas Martínez
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

GUÍA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INSTRUMENTACIÓN DE UN ALCANTARILLADO PLUVIAL MEDIANTE EL SISTEMA TUNNEL LINER DE SECCIÓN ABOVE-DADA ESPECÍFICAMENTE UBICADO EN LA AUTOPISTA SUR ENTRE CALLE 12 Y AVENIDA TERREROS EN EL MUNICIPIO DE SOACHA CUNDINAMARCA

Jorge Enrique Pérez Pardo
Héctor Alfonso Pinzón López (Director)

RECUPERACIÓN DE LA ZONA DE ALTO RIESGO EN EL BARRIO SANTA VIVIANA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

Wilton Romero Cano
Hernando Villota Posso (Director)

OPTIMIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIDESLIZANTES DE LAS PINTURAS EN FRÍO USADAS EN DEMARCACIÓN VIAL

Sergio Arturo Linares Vanegas
Milton Mena Serna (Director)

DEFICIENCIAS DE LA CONTRATACIÓN ESTATAL EN EL PROCESO DE LICITACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS

José David Bastidas Peña
Wilfred Benavides Sánchez
Fernando González Casas (Director)

ESTIMACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE MANNING Y CHEZY EN LA CUENCA DEL RÍO CATATUMBO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER EN LAS ESTACIONES PTO. BARCOGABARRA Y SAN JAVIER POR LOS MÉTODOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES DARCY Y LA RUGOSIDAD EQUIVALENTE DE HORTON Y PAVLOVSKI

Claudia Milena Caicedo Rodríguez
Jazmín García Vargas
Fernando González Casas (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DE SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN BASADO EN LAS NORMAS ISO 9001-14001 Y OHSAS 18001 PARA EL PROCESO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE INGENIERÍA CIVIL DEDICADA AL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Álvaro Hernán Coronado García
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA CALCULAR CANTIDADES DE OBRA MEDIANTE LA VINCULACIÓN DE DATOS ENTRE AUTOCAD Y EXCEL, CON EL PROPÓSITO DE GENERAR INFORMACIÓN PRECISA PARA EXPORTAR A SISTEMAS INFORMÁTICOS DE GESTIÓN UTILIZADOS POR EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Daniel Eduardo Escamilla Lizarazo
Rober Rodrigo Hernández Martínez
Édgar Humberto Sánchez Cotte (Director)

ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMAS DE GRANDES SUPERFICIES EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

Javier Antonio Montes Abella
Rodrigo Elías Esquivel Ramírez (Director)

DETERMINACIÓN DEL C DE CHEZY POR MEDIO DE LA ECUACIÓN DE BAZIN Y POR EL MÉTODO DE LAS VELOCIDADES, EN EL RÍO LA VIEJA DEL VALLE DEL CAUCA ENTRE LAS ESTACIONES CAICEDONIA Y CARTAGO

Óscar Estiven Muñoz González
Yenny Paola Peña Martín
Fernando González Casas (Director)

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA VEREDA LLANO GRANDE MUNICIPIO DE CHÍQUIZA (BOYACÁ) POR EL MÉTODO CONVENCIONAL Y POR MEMBRANAS

Walter Ángel Ospina Luengas
Wilson Andrés Vargas Lara
Eduardo Zamudio Huertas (Director)

ESTUDIO DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN EL RÍO CAUCA POR LOS MÉTODOS DE NIELSEN, EINSTEIN-BROWN, MEYER-PETER MULLER, DU BOYS Y VAN RIJN, EN LAS ESTACIONES PUENTE HORMIGUERO, JUANCHITO Y MEDIACANOA

César Mauricio Parra Celis
Fernando González Casas (Director)

DETERMINACIÓN DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL RÍO RANCHERÍA

Paola Milena Peña Ramírez
Fernando González Casas (Director)

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

José Tarcicio Quiroga Velásquez
Carlos Gregorio Pastrán Beltrán (Director)

8. Ingeniería en Distribución y Redes Eléctricas

PROPUESTA DE MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA LEVEL (3) COLOMBIA

Jesús Jairziño Campo Bedoya
Mauricio Andrés Cubillos Muñoz
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA TORRES Y TORRES LTDA

Gabriel Antonio Esparza Esparza
Nancy Villamarín Suárez
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

HERRAMIENTA PARA LA DEFINICIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LAS MEDIDAS TÉCNICAS APLICADAS A CLIENTES CON PROBABILIDAD DE SUBREGISTRO DE ENERGÍA

Rodrigo García Valbuena
Hugo Armando Cárdenas Franco (Director)

9. Ingeniería Eléctrica por Ciclos

PERSPECTIVA DE LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CORRIENTE DIRECTA, PARA EDIFICIOS COMERCIALES INTELIGENTES

July Carolina Castillo Torres
César Alexander Chacón Cardona (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ESTUDIO DE CONFIABILIDAD EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN DE 11,4 KV

Jhon Harold Niño Cendales
Luis Antonio Noguera Vera (Director)

MÉTODOS FOURIER Y WAVELET PARA LA DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE FLUCTUACIONES DE TENSIÓN

Jaisson Stiven Páez Rojas
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

GUÍA PARA EL CÁLCULO DE SOBRETENSIONES A FRECUENCIA INDUSTRIAL, POR MANIOBRA Y POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 KV

David Fabián Pinilla Ortiz
Emilio José Rubio Rojas
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL PROCESO DE RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO DE AP EN CODENSA

Diana Milena Acevedo Alfonso
Gabriel Puentes Martínez
Henry Felipe Ibáñez Olaya (Director)

ESTUDIO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS Y FOTOMÉTRICAS DE LÁMPARAS DE SSL, TIPO LED ENCONTRADAS EN EL MERCADO NACIONAL PARA ILUMINACIÓN RESIDENCIAL

Jairo Elías Alfonso Roncancio
Hugo Armando Cárdenas Franco (Director)

ESPECIFICACIÓN, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT BÍPEDO PARA INVESTIGACIÓN EN CONTROL

William Alexander Arias Ospina
Diego Alexander Zárate Díaz
Fredy Hernán Martínez Sarmiento (Director)

FERRORESONANCIA EN SISTEMA DE MEDIDA A TENSIÓN NOMINAL DE 11.4 Y 34.5 KV

Miller Ferney Ariza Contreras
Jeisson Gerardo Ortiz Cárdenas

Carlos Alberto Avendaño Avendaño (Director)

DISEÑO DEL MÉTODO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO CORPORATIVO SOSTENIBLE DE OFICINAS TIPO EN BOGOTÁ

Yuly Patricia Baquero Castillo
Pedro Enrique Vargas Flórez
Clara Inés Buriticá Arboleda (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS MECÁNICOS EN ESTRUCTURAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICAS

Alexander Borja López
Yonatan Alberto Suárez Rojas
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

ESTUDIO DE VIABILIDAD RESPECTO A LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS RENOVABLES PARA MEJORAR EL SISTEMA DE RESPALDO DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO PARA LAS CARGAS MÁS REPRESENTATIVAS EN EL HOSPITAL DEL MUNICIPIO DE ICONONZO

Duvan Ferney Cardona Arias
Fredy Hernán Martínez Sarmiento (Director)

DISEÑO MÓDULO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES Y CONTROLADOR DE BAHÍA AL MÓDULO DE TRANSFORMADOR CON CONFIGURACIÓN DOBLE BARRA Y SELECCIONADOR DE TRANSFERENCIA

Óscar Felipe Chisava Corsso
Alexandra Sashenka Pérez Santos (Director)

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN BAJO LAS NORMAS ISO 9001:2008, 14001:2008 Y 18001:2007

José Gregorio Cruz Andrade
William Ferley Sánchez Guevara
Luis Antonio Noguera Vega (Director)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS MOLINOS DE CAMPO ELÉCTRICO PARA LA DETECCIÓN DE TORMENTAS

Erika Johanna Herrera Caro
Helmuth Édgar Ortiz Suárez (Director)

DISEÑO DE UN MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON INTERFAZ GRÁFICA

Jefry Leal Villanueva
Fredy Hernán Martínez Sarmiento (Director)

DISEÑO DE UN CONTROLADOR BASADO EN HABILIDADES HUMANAS USANDO REDES NEURONALES

Jaime Alfredo Mateus Pineda
José Danilo Rairán Antolines (Director)

CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ILUMINACIÓN LED FOCALIZADO PARA LAS LUCES DE LANTERAS DE UN VEHÍCULO

Franklin Giovanni Parra Figueredo
César Alexander Chacón Cardona (Director)

MODELAMIENTO DE FACTS: TCSC Y SSSC EN EMTP-RV

Gustavo Adolfo Ramírez Motta
Helmuth Édgaro Ortiz Suárez (Director)

METODOLOGÍA GENERAL PARA LA INTERCONEXIÓN DE UNA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PCH), A LA RED DE DISTRIBUCIÓN NIVEL II EN COLOMBIA

Mayra Alejandra Rodríguez Mier
Diana Alejandra Vargas Fino
Clara Inés Buriticá Arboleda (Director)

10. Ingeniería en Control**SISTEMA SCADA PARA LA PLANTA DE CONTROL DE PROCESOS DE NIVEL Y FLUJO DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA UD**

Luis Fernando Ayala Hernández
Nelson Andrés Castañeda Arias
Enrique Yamid Garzón González (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PROTOTIPO DE CLASIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE AGUA ARROJADA POR LAVADORAS DOMÉSTICAS DESPUÉS DE UN CICLO DE LAVADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

Jhon Alexander Barreto Gutiérrez
Henry Montaña Quintero (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DE DIAGNÓSTICO PARA SENSORES Y ACTUADORES DEL BUS DE CAMPO FIELDBUS FOUNDATION PARA LA EMPRESA GRUPO ATLAS S.A.

July Andrea Cubillos Romero
Juan Camilo Osorio Romero
Andrés Escobar Díaz (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE SINCRONISMO ENTRE EL MOLINO ALIMENTADOR Y LA CALANDRA MIXTA EN LA EMPRESA MICHELÍN COLOMBIA

José Aldemar Garzón Amado
Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL SCADA PARA LA PLANTA DE PROCESO ANALÍTICO - PH - DE LA UDFJDC

Henry Alberto Hernández Martínez
Diego Mauricio Rico Mora
Enrique Yamid Garzón González (Director)

BANCO DE PRUEBAS DE MEDICIÓN DE FLUJO

Rubén Darío Jerez Borrero
Andrés Escobar Díaz (Director)

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FUSIÓN SENSORIAL IMPLEMENTADO SOBRE LA TARJETA SINGLE BOARD SBRIO 9632, QUE PERMITA EL MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN UN ENTORNO

Leidy Yolanda López Osorio
Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez (Director)

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE MEDICIÓN DE GAS NATURAL PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)

Luis Eduardo Oviedo Marín
Andrés Escobar Díaz (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA SCADA PARA MONITOREO INALÁMBRICO DE MÁQUINAS INYECTORAS DE PLÁSTICO EN LEGRAND COLOMBIA S.A.

Joseph Esteban Parra Garzón
Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA EMPRESA NUEVOS RECURSOS LTDA

Javier Ricardo Beltrán Valdeleón
Johanna Marcela Sánchez Grisales
Alfredo Chacón García (Director)

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL Y SUPERVISIÓN PARA LA PLANTA TÉRMICA AMATROL CONFIGURADO DESDE EL PLC S7-300 DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Ramón Antonio Bernal Velásquez
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO DE MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL PARA FALABELLA DE COLOMBIA S.A. EN LA TIENDA TITÁN PLAZA

Javier Alonso Bohórquez Poveda
Alfredo Chacón García (Director)

PROPUESTA PARA CONSTITUIR EL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA EMPRESA UPSISTEMAS S.A.

Helbert Giovanni Casas Chacón
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA SOLUCIONES AVANZADAS DE ENERGÍA SAE LTDA

Luisa Fernanda Casas Díaz
Alfredo Chacón García (Director)

MEJORAMIENTO DE VUELO PARA UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT) A ESCALA, IDÓNEO PARA LA ADQUISICIÓN DE IMÁGENES EN MISIONES CIVILES Y MILITARES DE CORTO ALCANCE

David Enrique Córdoba Sánchez
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO, VISUALIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO CON LA INTEGRACIÓN DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES PARA EL INSTRUMENTO ANALIZADOR DE GASES REF: LACOSONO-NDIR DESARROLLADO POR LA EMPRESA FIRECOL LTDA

Johnn Christian Díaz Rojas
Eduard Augusto Ramírez Moreno
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS MEDIDORES DE FUERZA. LABORATORIO DE METROLOGÍA – AVIANCA

Rafael Eduardo Garzón Silva
Manuel Fernando Grisales Medina
Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE TEMPERATURA PARA LA PLATAFORMA DIDÁCTICA DE PROCESOS TÉRMICOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

Gustavo Alonso Guerrero Varón
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERA-

TURA AMBIENTE CON MONITOREO CONTÍNUO PARA EL LABORATORIO DE METROLOGÍA EN LONGITUD DE SUMINCOL S.A.S.

Homar Alirio López Quintero
Yeison Camilo Malpica Gutiérrez
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL INTEGRAL ENFOCADO EN LOS PROCESOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA CONSTRUPRADO FBS S.A.S. BASADO EN LAS NORMAS ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001

Iván Darío Posso Rentería
Alfredo Chacón García (Director)

SISTEMA DE REGISTRO DE SEÑALES CARDIACAS Y CONTROL DE VELOCIDAD DE LA BANDA CAMINADORA EN EL TEST DE ESFUERZO POR MEDIO DE LA NANOBOARD ALTIUM

Briyini Julieth Reina Saldaña
Christian Camilo Valderrama Padilla
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

MODELAMIENTO DE UN SISTEMA BOLA Y PLACA VIRTUAL PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DIGITI

Viviana Marcela Rodríguez González
Frank Nixon Giraldo Ramos (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA COMPAÑÍA LG CNS COLOMBIA EN EL PROYECTO "CONSTRUYENDO CAPACIDADES EN EL USO DE LAS TIC"

Carlos Andrés Salcedo Ortiz
Juan Carlos Vargas Barrera
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE PARA SISTEMA DE MONITOREO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS EN SO ANDROID Y ACCIONAMIENTO DE FRENO ELECTROMAGNÉTICO, PARA ESTUDIO DE RENDIMIENTO EN PROTOTIPO DE GENERADOR EÓLICO

Wilmer Vicente Zamora López
Alfredo Chacón García (Director)

11. Ingeniería en Control Electrónico e Instrumentación

SISTEMA DE CONTROL DE INMERSIÓN DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO SUMERGIBLE POR MEDIO DE LASTRE

Héctor Mauricio Baquero Maldonado
Carlos Arturo León Cadavid
Henry Montaña Quintero (Director)

FORMULACIÓN DEL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO Y PLANEACIÓN DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA INTERNO ASOCIADO AL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA AZUL EQUIPOS LTDA

Alexandra Bulla Bernal
Guillermo Andrés Cano Torres
Alfredo Chacón García (Director)

PROPUESTA PARA CONSTITUIR EL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA EMPRESA UPSISTEMAS S.A.

Carlos Andrés Duque Valencia
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ PARA TEXTILES LAFAYETTE S.A.S. EN PLANTA DE ACABADOS

Wilfredo Enríquez López
Alfredo Chacón García (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL EN PROCESO COMERCIAL DE SCHNEIDER ELECTRIC DE COLOMBIA

Juan Pablo Gaona Rodríguez
Gloria Esperanza Luna Tópaga
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO DE PROPUESTA DEL MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA ELECTRIPARTES DE LA SABANA

Alfredo Lizarazo Gómez
Alfredo Chacón García (Director)

12. Ingeniería en Telecomunicaciones

PROTOTIPO PARA LA TELEMETRÍA Y TELEMANDO PARA LA GESTIÓN REMOTA DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELÉCTRICA AUTOMÁTICA PARA DPE INGENIERÍA S.A.

Henry Alfonso Parra
Rafael Alberto Fino Sandoval (Director)

DISEÑO DE UN SERVICIO WEB PARA MONITOREO Y GESTIÓN DE TRANSPORTES DEL SISTEMA DETEKTOR GPS PARA LA EMPRESA TRACKER DE COLOMBIA S.A.

Guillermo Andrés Beltrán Rondón
José David Cely Callejas (Director)

PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MONITOREO CON APLICACIÓN WEB PARA REPORTAR EL ESTADO Y LOS REGISTROS DE LECTURAS DE MEDICIÓN DE UN PH-METRO Y BALANZA DE LABORATORIO QUÍMICO

Harold Iván Corredor Niño
Erwin Eliécer Guerrero Osorio
José David Cely Callejas (Director)

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA E-COMMERCE PARA EL INCENTIVO COMERCIAL EN CIUDAD BOLÍVAR BAJO EL CONVENIO DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS CON LA ALCALDÍA LOCAL DE CIUDAD BOLÍVAR

Jersson Ceferino Rodríguez Barrera
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO E IMPLMETACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA CREACIÓN AUTOMÁTICA DE BUZONES DE CORREO EXCHANGE 2007

Jorge Alberto Sánchez Toncón
Jaime Alfredo Burgos Díaz (Director)

PROTOTIPO DE SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA LA SEÑALIZACIÓN DE LA ODN (RED ÓPTICA DE DISTRIBUCIÓN) EN ENLACES FTTH (FIBRA ÓPTICA HASTA EL HOGAR) INSTALADOS POR LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTÁ (ETB)

Luisa Fernanda Álvarez León
Carol Dayana Bermúdez Guasca
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DEL MANUAL PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ AUTOLAVADO LOS LIBERTADORES

Juan Carlos Arias Torres
Jorge Isaac Cruz Vásquez
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA LA EMPRESA ENERGÍA INTEGRAL ANDINA EN BOGOTÁ - PROYECTO UNE

Jaime Damaso Ayala Peñuela
 Franci Yuriet Ochoa Villamil
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD Y PLANEACIÓN DE AUDITORÍA INTERNA PARA EL PROCESO DE COMPRAS DE LA EMPRESA ITTERA DE COLOMBIA LTDA

Andersson Harvey Callejas Martínez
 Daniel Ernesto Martínez Enciso
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PROPUESTA DEL MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL ÁREA DE COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES DE FALABELLA COLOMBIA Y PROPUESTA ECONÓMICA DE COSTOS DE CALIDAD

Sixto Alberto Campos Méndez
 Henry Moreno Arenas
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE ACCESO A PERSONAS AL DATA CENTER DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA POR MEDIO DE LA TECNOLOGÍA NFC APLICANDO UN DISPOSITIVO MÓVIL

Yohan Sebastián Castillo
 Rafael Alberto Fino Sandoval (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RED DE MONITOREO REMOTA DE UPS'S MARCA TRIPPLITE APOYADO DE PROTOCOLO SNMP PARA TOTAL SUPPORT S.A.S.

Jeison Andrés Chavarro Acosta
 Luis Édgar Correa Cuesta
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ PARA EL PROCESO OPERATIVO DE LA EMPRESA WORLD ID S.A.S.

Jeison Andrés Cubillos Velásquez
 Jeisson Alexander Hernández Pulido
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PROPUESTA DE UN MODELO DE SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA ELECTRÓNICA Y SEGURIDAD TESLA LTDA. MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE GESTIÓN ENFOCADO EN EL PROCESO OPERATIVO 2014

Nicolás Díaz Castillo
 Jorge David Montaña Reyes
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE COMUNICACIÓN REMOTA QUE SE USE COMO SOPORTE PARA LA CONFIGURACIÓN DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN Y PARÁMETROS DE AJUSTE PARA RELES DE PROTECCIÓN DE SCHNEIDER ELECTRIC DE COLOMBIA S.A.

Rodolfo Duarte Vargas
 David Leonardo Moreno Melo
 Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

MANUAL INTEGRADO DE GESTIÓN APLICADO AL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE MICROONDAS EN RADIOBASES DE OPERADORES DE TELEFONÍA CELULAR

Yesid Enrique Flor Fernández
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

IMPLEMENTACIÓN DEL ESTÁNDAR 6LOWPAN EN UNA RED INALÁMBRICA PARA EL MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES EN LA HUERTA ASOGRANG

John Jairo González Tavera
 Óscar Aníbal Valero Antolínez
 José David Cely Callejas (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN INTEGRADO HSEQ PARA EL COLEGIO NUEVO GIMNASIO

Roberto Hernández Rodríguez
 Pedro Nel Miranda Rivera
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL PROYECTO SISTEMAS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE INSUMOS DE ALTO VALOR, DE LA EMPRESA COMPAX LTDA

Julián Edilberto Hoyos Trujillo
 Jaime Raúl Rodríguez Cardozo
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

PROPUESTA MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL Y GUÍA PRÁCTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN PYMES APLICADO AL PROCESO DE VENTAS EN LA EMPRESA LEXMA COLOMBIA

David Alejandro Jiménez Viveros
 Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL ACCESO REMOTO A LA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL DE LA EMPRESA KRAFT LOGÍSTICA Y EVENTOS S.A.S., A TRAVÉS DE UNA RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)

Pablo Enrique López Novoa

Javier Alberto Melo Diagama
Luis Alejandro Rojas Castellar (Director)

PROPUESTA DE DOCUMENTACIÓN DEL MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA GRUPO SPIRA S.A.S.

Magda Beatriz Moreno Merchán
Alfredo Chacón García (Director)

SISTEMA DE SEGURIDAD PARA MONITOREAR Y CONTROLAR EL ACCESO A UN INMUEBLE MEDIANTE LA VALIDACIÓN DE UN CÓDIGO NUMÉRICO TRASMITIDO POR INTERNET A UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID

Jhon Edison Núñez Rodríguez
María Paula Pinzón
Hermes Javier Eslava Blanco (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN HSEQ DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DE PANTALLAS TOUCH EN LA EMPRESA NETWORKS LTDA. Y GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN HSEQ PARA PYMES

Camilo Alexandry Peña Talero
Juan Francisco Sanabria Morales
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

SISTEMA INTEGRADO DE ADMINISTRACIÓN Y MONITOREO DE ESTACIONES REMOTAS CORPORATIVAS (SIAMERCO)

John Edicson Polanco Sierra
Duilio Arnulfo Buelvas Peñarredonda (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ PARA TEXTILES LAFAYETTE S.A.S. EN PLANTA DE ACABADOS

Ediver Ramírez Vizcaya
Alfredo Chacón García (Director)

DISEÑO DE PROPUESTA DEL MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA ELECTRIPARTES DE LA SABANA

Luis Eduardo Rincón Vargas
Alfredo Chacón García (Director)

ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE OCUPACIÓN DE ESPECTRO TOMADAS CON EL ANALIZADOR ANRITSU MS2721B

Nelson Enrique Rodríguez Acosta
Christian Fernando Torres Urieles
Luis Fernando Pedraza Martínez (Director)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED MESH SOBRE UHF PARA SISTEMAS DE EMERGENCIA BAJO EL MARCO DEL CONVENIO UD-FOPAE

Liecken Rodríguez Grosso
Holman Montiel Ariza (Director)

DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE SATURACIÓN DE OXÍGENO TOMADO A PACIENTES NEONATOS DEL PROGRAMA MADRE CANGURO INTEGRAL Y LA FUNDACIÓN CANGURO MEDIANTE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Camilo Andrés Salamanca Urrego
Cristian Leonardo Serna Ramírez
Rafael Alberto Fino Sandoval (Director)

PROPUESTA DE DOCUMENTACIÓN DEL MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA GRUPO SPIRA S.A.S.

Pablo Yepes Zamudio
Alfredo Chacón García (Director)

13. Ingeniería en Telemática

SISTEMA DE INFORMACIÓN, APOYO Y UBICACIÓN DE EMERGENCIAS MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES CON TECNOLOGÍA GPS

Luis Hernando Bonilla Cortés
Darín Jairo Mosquera Palacios (Director)

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA REALIZACIÓN DE PRE AUDITORÍAS INTERNAS EN UNA ORGANIZACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 27001

Camilo Andrés Cruz Manrique
Julieth Rocío Leal Lara
Juan Carlos Guevara Bolaños (Director)

SISTEMA DE GEOREFERENCIACIÓN PARA LA UBICACIÓN DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS COMERCIANTES DE ACUERDO A LA UBICACIÓN DEL USUARIO CONSUMIDOR

Cristian Camilo Mahecha Henao
John Alexander Ubaque Laguna
Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

SISTEMA WEB BASADO EN M-MARKETPLACES PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL

Ricardo Barrera Paredes
Flor Ángela González Cubillos
Héctor Arturo Flórez Fernández (Director)

SISTEMA WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN DE FIREWALL IPTABLES DESDE UN DISPOSITIVO MÓVIL

Carlos Mauricio Berrío Méndez
Miguel Ángel Leguizamón Páez (Director)

PLATAFORMA WEB CON COMPONENTES MÓVILES PARA EL APOYO DE TUTORÍAS VIRTUALES EN LOS NIVELES INTERMEDIO Y AVANZADO DEL INSTITUTO DE LENGUAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nubia Rocío Bustos Hernández
Ana Carlina Casanova Cárdenas
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA PARA MONUMENTOS Y ESCULTURAS DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Lina María Fernández Cuervo
Luz Maribel Rodríguez Yaima
Miguel Ángel Leguizamón Páez (Director)

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL ACOMPAÑADO DE UNA PROPUESTA DE COSTOS DE CALIDAD PARA LA EMPRESA NIVELICS S.A.S.

Roger Orlando Franco Camacho
Jonathan Javier Olarte Rico
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

SERVICIO WEB PARA LA GENERACIÓN DE BUZONES EXCHANGE SERVER DESDE UN DISPOSITIVO MÓVIL

Nancy Soranyi Fuentes Abril
Leiby Yazmin López Murillo
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

HERRAMIENTA ONLINE (AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE AVA) "CLÍNICA DE LA ESCRITURA" PARA EL APOYO A JÓVENES UNIVERSITARIOS EN LA ESCRITURA DE ARTÍCULOS, RESEÑAS Y ENSAYOS

Laura Estefanía Gómez Muñoz
Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DEL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL Y AUDITORÍA INTERNA PARA EL PROCESO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL HOSPITAL OCCIDENTE DE KENNEDY E.S.E.

Carlos Alberto Hernández López
Ludivia Girleza Rubio Salcedo
Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

SISTEMA DE TRANSACCIONES ACADÉMICAS COMO APOYO A LAS DIRECCIONES DE CARRERAS UNIVERSITARIAS MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES

Sara Lucía Hernández Malaver
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE DOCUMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN HSEQ PARA LA EMPRESA GESTIÓN ONE S.A.S. COMPUESTA DE UN MANUAL INTEGRADO DE GESTIÓN Y UNA GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN

Lady Isabel Herrera Benavides
César Eduardo López Suescún
Gerardo Alberto Castang Montiel (Director)

DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE LA PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ PARA LA EMPRESA WIINET S.A.

Patricia Leal Cáceres
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

INFORME FINAL MODALIDAD DE FORMACIÓN AVANZADA ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES MÓVILES

Walter Leandro Marroquín Ayala
Sonia Alexandra Pinzón Núñez (Director)

DISEÑO DE PROPUESTA DE MANUAL INTEGRAL HSEQ DE LA EMPRESA "TORRES ANDINAS S.A.S."

Ángela Liliana Ortega Pérez
Wilman Enrique Navarro Mejía (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL Y LA PLANEACIÓN Y DESARROLLO AUDITORÍA INTERNA PARA LA EMPRESA CAMALEÓN MULTIMEDIA LTDA

Paula Verónica Restrepo Marín
Gerardo Alberto Castang Montiel (Director)

SISTEMA M-COMMERCE CASH ON DELIVERY BASADO EN REALIDAD AUMENTADA PARA COMPRA POR CATÁLOGO DE ARTESANÍAS COLOMBIANAS

Sebastián Felipe Rincón Castellanos
Héctor Arturo Flórez Fernández (Director)

SISTEMA DE MONITOREO DE SERVICIOS DE MISIÓN CRÍTICA BASADO EN SISTEMAS MULTI-AGENTE

Katherine Rodríguez Garzón
Miguel Ángel Leguizamón Páez (Director)

APH REPORT. APLICACIÓN MÓVIL PARA REPORTE DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ BASADO EN TECNOLOGÍA ANDROID

Daniel Eduardo Rozo Vargas
Juan Pablo Sora Ospina
Luis Felipe Wanumen Silva (Director)

14. Ingeniería de Producción

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA UAEGRD USANDO TSI

Diana Marcela Bejarano Barreto
Luisa Fernanda Camacho Avendaño
Wilson Alexander Pinzón Rueda (Director)

DISEÑO DE UNA GUÍA PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EMPRESAS MIPYMES DE PINTURA ELECTROSTÁTICA CON PROCESO DE LAVADO DE FOSFATO DE HIERRO

Ingrid Sabrina Bonilla Valbuena
Yuban Andrés Silva Páez
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA MADERA Y SU POSIBLE REUTILIZACIÓN EN FABRICACIÓN DE BIOMASA GENERADA EN BOGOTÁ

Rubén Darío Canastero Ríos
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

REINGENIERÍA DE PROCESOS APLICADA A LAS DEPENDENCIAS DE EXTENSIÓN EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Paola Astrid Cañón Lara
Rosendo López González (Director)

DISEÑO DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO PARA EL MEJORAMIENTO DE RESPUESTA A LOS CLIENTES DE LA EMPRESA "TÉCNICAS FINANCIERAS S.A."

Dinora Marcela Cárdenas Urrego
Claudia Mabel Moreno Penagos (Director)

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROCRÉDITO DE UNA ENTIDAD FINANCIERA

Víctor Alfonso Córdoba Valero
Yina Xiomara Pescador Rincón
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DE CONTROL Y MEJORAMIENTO DE INVENTARIOS POR MEDIO DE COSTEO ABC Y JUSTO A TIEMPO EN IMPU LTDA

José Laureano Díaz Rey
Jair Andrés Forero Riaño
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA SEIS SIGMA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN ORIENTADA A LA MEJORA DE PRODUCTO EN PROCESO EN DIPSA FOOD S.A.S.

John Fredy Escobar
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MATERIA ORGÁNICA, GENERADA POR LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE RAMIRÍQUÍ (BOYACÁ)

Jairo Alfonso Galindo Parada
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CONSTITUCIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS PSICOLÓGICOS, MÉDICOS, JURÍDICOS Y DE SEGURIDAD A VÍCTIMAS Y POSIBLES VÍCTIMAS DE SECUESTRO Y VIOLENCIA SEXUAL EN NUESTRO PAÍS

Leydi Marcela Gómez Contreras
Pablo Emilio Garzón Carrreño (Director)

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD EN LA CLÍNICA GENERAL DE LA 100 S.A.S.

Mónica Cristina Gómez Zuluaga
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA BPM PARA RESINAS Y ADITIVOS S.A.S.

Luz Marina Ladino Herrera
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PLAN PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE CONSULTORÍA DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD SOPORTADA EN HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

Ingrid Julieth López Godoy
Yenny Lorena Valbuena Guzmán
Pablo Emilio Garzón Carrreño (Director)

DESARROLLO DE CARTILLA GUÍA PARA LA CREACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA CANVAS

Nelcy Nathaly Martínez Cojo
 Esteban David Carvajal Ballesteros
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA PARA INTEGRAR LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGO OPERATIVO DE ATENCIÓN AL CONSUMIDOR FINANCIERO Y DE GESTIÓN DE LA CALIDAD FIDUCIARIA DAVIVIENDA S.A.

Leidy Alejandra Moreno Rodríguez
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BAJO LOS PARÁMETROS TRAZADOS EN LA NORMA ISO 9001:2008 PARA RECTI-JAPÓN LTDA

Ivonne Tatiana Rodríguez Díaz
 Nilson Fabián Zamora Moreno
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE ALUMINIO ICER S.A.

Jeisson Alejandro Sarmiento Salgado
 Karen Julieth Suárez Luque
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DE MODELO DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL APLICANDO LA NORMA TÉCNICA NTC 14001 EN LA EMPRESA CAMISERÍA INGLESA

Javier Silva Tole
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE CALIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA EURO NETWORKS & TECHNOLOGIES BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMAS NTC ISO 9001:2008, NTC ISO 14001:2004 Y OHSAS 18001:2007

Lady Caterine Suárez Arias
 Julieth Tatiana Umaña Guerrero
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

DISEÑO DE UN MANUAL DE SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA LOS PROCESOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA SERVICIOS TÉCNICOS Y SUMINISTROS PARA LA CONSTRUCCIÓN S.A.S.

Luis Armando Abril Rodríguez
 Marcela Quimbayo Díaz
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DE UNA CAMILLA PARA EMERGENCIAS EMPLEANDO LA METODOLOGÍA DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

Geovanny Abril Solórzano
 Luis Alejandro Reyes Martínez
 Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN EN HOMBRESOLO S.A.

Diana Marcela Aponte Peláez
 Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO DEL MANUAL INTEGRADO DE GESTIÓN PARA EL ÁREA DE SUSCRIPCIÓN DEL RAMO DE AUTOMÓVILES DE ALLIANZ SEGUROS S.A. COLOMBIA

Roger Armando Aranda Buitrago
 Jimmy Alexander Sosa Torres
 Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN Y PLANEACIÓN DE AUDITORÍA INTERNA EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ECTRICOL S.A.S.

Diego Arley Arenas Manrique
 Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN

Paola Andrea Arias Murcia
 Elquin Eduardo Robayo Naranjo
 Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PLAN DE APROVECHAMIENTO FINAL DE LAS TINTAS USADAS EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE SMURFIT KAPPA CARTÓN DE COLOMBIA S.A.

Roger Steven Botache Guavita
 Josman Castro Hurtado
 Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN DOTACIONES LFV E.U.

Andrea Marcela Cabrejo Borda
 Walther Tiusaba Rivas
 Ruth Esperanza Román Castillo (Director)

PROPUESTA PARA LA FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EMPRESA EMPAQUES INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.S. SEDE BOGOTÁ

Juan Gabriel Caicedo García
 Gustavo Pedraza Poveda (Director)

ELABORACIÓN DE UNA GUÍA AMBIENTAL PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR CARROTRANQUES

Nydia Inés Cárdenas Barrera
Leidy Johana Gutiérrez Chávez
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LEAN CONSTRUCTION Y PRODUCCIÓN MAS LIMPIA COMO ESTRATEGIA AMBIENTAL EN CALL CENTER Y BODEGAS LOTE 114 D DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCA BOGOTÁ

Ingrid Carmona García
Edilia Alejandra Pinzón Bobadilla
Robinson Pacheco Garcia (Director)

APLICACIÓN DEL MODELO DE DISEÑO DE CADENA DE SUMINISTROS COLTAPAS S.A.

Rolfe Cedano Gutiérrez
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DEL ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTO COMO MECANISMO PARA DETERMINACIÓN DE REQUISITOS DEL CLIENTE EN EL PROCESO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN SAURUX S.A.S.

Belkiss Brigitte Clavijo Calderón
Édgar Isidro Rodríguez Díaz
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA DE UN MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA EL ÁREA FARMA DE INEMFLEX S.A.S.

Víctor Alfonso Díaz Arroyave
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEPARACIÓN DE EXCRETAS Y ORINA

Miguel Alexander Flórez García
Nancy Esperanza Madrid Soto (Director)

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE UNA CONSTRUCTORA EN EL PROCESO DE GESTIÓN OPERATIVA BAJO LAS NORMAS ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 Y OSHAS 18001:2007

Julie Tatiana García Ramírez
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL MANUAL DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN PARA LA EMPRESA CORPACERO

Edwar Jovany García Torres

Hugo Hernando Peñuela Bonilla
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE SEMIRREMOLQUES DE TRES EJES EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA – CUNDINAMARCA

Juan Manuel García Carrera
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO DEL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL Y PLANEACIÓN Y DESARROLLO AUDITORÍA INTERNA PARA PELIKAN COLOMBIA S.A.S.

Henry Oswaldo Garzón Suárez
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PINTURA EN INCA - FRUEHAUF S.A.

Juan Guillermo Gómez Arévalo
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

PROPUESTA DEL MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA MEJORAR LOS NIVELES DE SVA DE LA OFICINA ÉXITO DE FONTIBÓN DE BANCOLOMBIA

Armando Gómez Gómez
Juan Manuel Zambrano Romero
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

ESQUEMA DEL MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN BASADOS EN LA NORMA ISO 14001:2004 Y OSHAS 18001:2007 PARA LA EMPRESA TUBOS COLMENA LTDA

Querubín Gutiérrez Morales
María Elvira Parra Ramírez
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE UNA EXTRUSORA EN LA EMPRESA MONPLAST S.A.S.

Adriana Cristina Larotta Silva
Ruth Esperanza Román Castillo (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL EN EL LABORATORIO DE PSICOLOGÍA HUMANA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

Ángela Yineth Moreno Perilla
Alexander Vargas Verdugo
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE EN PELIKAN COLOMBIA S.A.S. PARA OPTIMIZAR EL USO DE LOS RECURSOS

John Jairo Noreña Martínez
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL ENFOCADO AL PROCESO DE REFINACIÓN DE ACEITES VEGETALES EN LA COMPAÑÍA NACIONAL DE ACEITES S.A. Y PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE AUDITORÍA INTERNA

Álvaro Augusto Pachón Garzón
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

DISEÑO PROPUESTA DEL MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA ANDINA GROUP S.A.

Juan Carlos Pinzón Ramírez
Wilson Javier Robayo Cadena
Nelson Eduardo Rodríguez Montaña (Director)

MANUAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS Y DE EMPRENDIMIENTO DIRIGIDOS A POBLACIÓN VULNERABLE

Angélica Del Pilar Pulido Martínez
Wilson Alexander Pinzón Rueda (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA HEIJUNKA EN LA PRODUCCIÓN DE CELDAS DE BAJA TENSIÓN EN SIEMENS S.A.

Trino Daniel Ramírez Ulloa
Jhon Sebastián Soriano Barragán
Manuel Alfonso Mayorga Morato (Director)

DISEÑO DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL EN LA EMPRESA GMOVIL S.A.S. EN SU COMPONENTE ZONAL PARA EL PATIO TINTAL (PATIO ZONAL 1) BOGOTÁ CUNDINAMARCA

Diego Alejandro Rivera Camargo
Martha Edith Pinzón Rueda (Director)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL BASADO EN LA NORMA OHSAS 18001 PARA EL SINDICATO DE EDUCADORES DE RISARLADA

Lorena Rivera Fernández
Gustavo Pedraza Poveda (Director)

DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA LA EMPRESA RIEND

Susana Sierra Rincón
Doris Marlene Olea Suárez (Director)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, EMPRESA TRANSFORMADORA DE EXCEDENTES INDUSTRIALES

Elsa Paola Torres Castro
Pablo Emilio Garzón Carreño (Director)

15. Ingeniería Mecánica

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN ROTOR SAVONIUS BAJO DIFERENTES CONDICIONES MORFOLÓGICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

Luis Carlos Cuervo Daza
Andrés Guillermo Guasca González (Director)

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMATIZADO BASADO EN LA CONFIABILIDAD, PARA EL PROCESO DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA AMERICANA DE ACEROS ALEADOS LTDA

Andrés Eduardo González Tunjo
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

ANÁLISIS TÉRMICO POR ELEMENTOS FINITOS, DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA EFECTIVA DE VENTILACIÓN DE UNA CELDA PARA TRANSFORMADOR TIPO SECO DE 1000 KVA

Milly Andrea Jaramillo Moreno
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

MODELAMIENTO MATEMÁTICO PARA ESTABLECER LAS TRANSFORMACIONES DE FASE PARA UN ACERO AISI 1045 TEMPLADO DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS

Andrés Pérez Gamboa
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LOS ACEROS ASTM 1040 TRATADO DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS

Camilo Andrés Bolívar Cordero
Ricardo Andrés Rojas González
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO DEL MANUAL INTEGRADO DE GESTIÓN DE CALIDAD Y PLANEACIÓN DE LA AUDITORÍA INTERNA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INOXIDABLES DE COLOMBIA LTDA

José Luis Caina Vargas
Carlos Julio Concha Téllez

Germán Sicachá Rojas (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DE SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA EMPRESA SOLUCIONES AVANZADAS DE ENERGÍA SAE LTDA

Juan Manuel Casas Díaz
Alfredo Chacón García (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN (SIG) PARA LA ORGANIZACIÓN EZGO S.A.

David Castellanos Moreno
Andrés Leonardo Molina Buitrago
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS EN LA EMPRESA TECNIMUELLES

Wilson Javier Castro Torres
Alexander Murcia Martínez
Hernando Vélez Sánchez (Director)

DISEÑO DE UNA ARTICULACIÓN POLICÉNTRICA DE RODILLA PARA PRÓTESIS TRANSFEMORALES MODULARES DE FUNDAFE

Javier Hernando Chacón Rodríguez
Andrés Guillermo Guasca González (Director)

REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y SALIDA DE VIALES A LAVADORA COZZOLI AW9-94 DE LA EMPRESA VITROFARMA S.A.

David Fernando De Antonio Rincón
Germán Sicachá Rojas (Director)

PROPUESTA DE MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL PROCESO DE ASESORÍA EN LEVANTAMIENTO MECÁNICO DE CARGAS DE LA EMPRESA INGENIERÍA EN IZAJES TÉCNICOS S.A.S.

Jhon Alexander Díaz Rojas
German Sicachá Rojas (Director)

REDISEÑO DE UNA EXTRUSORA JFERPA LTDA

Johnny Walter Gómez Carvajal
Laureano Gómez Zabala
Oswaldo Pastrán Beltrán (Director)

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN MANUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN (SIG) PARA LA EMPRESA ALC ASOCIADOS S.A.S. ESTABLECIDO BAJO LAS NORMAS INTERNACIONALES NTC ISO 9001:2008

Milton Bladimir González Martínez
Andrés Ulinov Sánchez Valencia

Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ MATLAB - ANSYS PARA EL ANÁLISIS DE UNIONES SOLDADAS POR ARCO ELÉCTRICO

Alejandro Gutiérrez Franco
Camilo Andrés León Gómez
Víctor Elberto Ruíz Rosas (Director)

DELIMITACIÓN DE UN CONJUNTO DE TOLERANCIAS CONCURRENTES PARA UN ENSAMBLE MECÁNICO

Miguel Ángel Ibáñez Caicedo
Julián Alirio Parra Pineda
Víctor Elberto Ruíz Rosas (Director)

COMPARACIÓN ENTRE LA INFLUENCIA DE LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN UN ACERO AISI 1045 TRATADO DESDE TEMPERATURAS INTERCRÍTICAS Y EL TEMPLE EN AGUA Y EN ACEITE

Germán Andrés Lozano Vela
Carlos Ernesto Rincón Céspedes
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO DE UNA CAJA DE UN VOLTEO SEMIRREMOLQUE MEDIANTE ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS

José Israel Monroy Díaz
Joan Sebastián Prada Chaparro
Víctor Elberto Ruíz Rosas (Director)

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANUAL DE SISTEMA INTEGRAL Y CARTILLA PARA LA PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE AUDITORÍA INTERNA EN EL GRUPO FAMILIA SANCELTA

Jairo Giovanni Montoya Mayorga
Ricardo Enrique Porras Boada (Director)

PROCESO DE DISEÑO DE BARRAS SEPARADORAS (SPREADER BEAMS) BAJO NORMAS DE DISEÑO Y COMPROBACIÓN EN SOFTWARE DE ELEMENTOS FINITOS

Benjamín David Navarro Pérez
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE LA DEFORMACIÓN SUFRIDA POR FUERZAS CORTANTES EN UN TRAMO DE OLEODUCTO DE 200 METROS EN TUBERÍA DE 12" BAJO LA NORMA ASME 31.4

Diana Marcela Ortiz Peña
Édgar Ferney Ramírez Zorro
Hernando Vélez Sánchez (Director)

PROPUESTA DEL DISEÑO PARA LA MEJORA DEL MANUAL INTEGRAL EN EL PROCESO DE TALENTO HUMANO DE LA EMPRESA AVANTEL S.A.S.

Vladimir Páez Mahecha
Richard Germán Portela Suárez
Germán Sicachá Rojas (Director)

DISEÑO CONCEPTUAL Y PRELIMINAR MECÁNICO DE UN TREN DE ATERRIZAJE PARA EL PROYECTO C87A LIBERAYTOR DE "AEROSPACE DESIGNWORKS"

Juan Felipe Pérez Aguilera
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE SOFTWARE BASADA EN MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE EJES DE SECCIÓN CIRCULAR

Erik Javier Pilpud Rosero
Giovanny Elías Valenzuela Olarte
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

INFLUENCIA DEL CAMBIO DE LA MICROESTRUCTURA METALOGRAFICA OCASIONADO POR EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE ENVEJECIDO ARTIFICIAL EN LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN UN ALUMINIO 6061 T6

Yoan Andrés Rodríguez Basto
Carlos Arturo Bohórquez Ávila (Director)

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO QUE DETERMINE LA DURABILIDAD DE UNA PRÓTESIS DE PIE TIPO SACH

José Leonardo Rodríguez Beltrán
Sergio Steven Rodríguez Moya
Andrés Guillermo Guasca González (Director)

DISEÑO DE UN PROBADOR COMPACTO PARA LA VERIFICACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO

Faiber Andrés Sierra Ibarra
Andrés Escobar Díaz (Director)

Instrucciones para los autores

Tekhnê

Tecnología al servicio de la sociedad

Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad Tecnológica

Revista Tekhnê

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad Tecnológica

Alcance y política editorial de la revista

La revista Tekhnê es una revista institucional de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Es arbitrada y acepta trabajos originales en el campo de la ingeniería, la tecnología y las ciencias aplicadas, con la condición de que sean producto de trabajos de investigación. Desde su primer número en el año 2003, la revista ha mantenido su regularidad.

Posee un carácter científico-académico, y atiende a la comunidad nacional e internacional especialista en áreas de ingenierías eléctrica, electrónica, mecánica, de sistemas, industrial y civil. Publica resultados de investigación en español o inglés (artículos originales e inéditos), y está completamente abierta a especialistas de todo el mundo en calidad de autores y/o lectores. Es arbitrada mediante un proceso doble ciego, con rotación continua de árbitros. Como elemento particular, en cada volumen de la revista se incluye, a modo de difusión, una relación de los trabajos finales de grado de la Facultad Tecnológica en sus ciclos de tecnología e ingeniería.

La revista Tekhnê posee una periodicidad semestral, coincidente con los semestres académicos de la Universidad Distrital. La publicación se realiza los meses de julio y diciembre de cada año. El proceso de evaluación de los trabajos sometidos para la publicación contempla un proceso de aceptación inicial por parte del Comité Editorial, quien verifica el cumplimiento de los parámetros editoriales, y una evaluación por pares académicos mediante un proceso doble ciego. El tiempo que toma para decidir sobre la aceptación de un trabajo nunca supera los seis (6) meses a partir de la fecha de recepción.

La revista Tekhnê está comprometida con altos estándares de ética y toma las medidas posibles para evitar las malas prácticas como el fraude y el plagio. Todos los autores deben declarar que sus manuscritos son originales, inéditos y de su autoría, condición necesaria para ser considerados por el Comité Editorial. La revista Tekhnê también se compromete a garantizar una justa, objetiva y rápida revisión de los manuscritos tanto por árbitros como por parte del Editor. Los autores reconocen que han dado a conocer cualquier conflicto real o potencial de intereses con su trabajo o de beneficios parciales asociados a través de la cesión de derechos.

Tipos de artículos aceptados

La revista publica exclusivamente artículos de Investigación Científica y Tecnológica (según clasificación del Índice Nacional de Publicaciones Científicas y Tecnológicas Publindex de Colombia), los cuales se caracterizan por presentar resultados originales de proyectos terminados de investigación, con secciones claramente diferenciadas de introducción, metodología, resultados y conclusiones. Otro tipo de artículos como los denominados de reflexión, revisión, artículos cortos o reportes de casos no son aceptados, y serán rechazados por el Comité Editorial sin surtir proceso alguno de evaluación.

Formato del manuscrito

En cuanto a estructura, deben ser evidentes las secciones de introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias. El resto del documento se debe conformar en concordancia con su contenido. La longitud no debe superar las 25 páginas en su totalidad. En la parte inicial de la primera página se debe incluir: (1) Un título del manuscrito (en español e inglés), corto, descriptivo del contenido y atractivo para el lector. (2) Nombre completo de los autores y detalles de afiliación institucional, incluido correo electrónico. (3) Resumen (en español e inglés) del manuscrito con un tamaño máximo de 250 palabras, que establezca el objetivo, la metodología, los resultados y principales conclusiones. (4) Palabras claves, máximo cinco, en minúsculas y separadas por comas.

En cuanto al formato de documento solicitado a los autores, se pide no utilizar estilos de los procesadores de textos. El manuscrito debe estar a una columna, a espacio sencillo entre líneas de texto y sin dejar espacio entre párrafos y entre títulos y texto. Se debe seleccionar papel tamaño carta (21 cm de ancho por 29.7 cm de largo), en forma vertical. Los márgenes deben ser 2 cm en todos los lados (izquierda, derecha, arriba y abajo). Se debe usar letra Times New Roman (si no se posee, utilizar una de tipo serif similar) sin reducción de espacio entre caracteres, con tamaño de 12 puntos. Por ningún motivo se aceptarán trabajos que incluyan letras, palabras o símbolos manuscritos en el texto. Las tablas y figuras deben ser claras y nítidas, insertadas (no pegadas) en el documento como un único objeto (no agrupación de varios) con la mayor calidad posible. Se pide que estas figuras sean remitidas en un archivo comprimido por separado. Si se usan líneas o figuras en colores, no se debe usar colores claros (amarillos, celestes y similares). El Editor se reserva el derecho de eliminar toda figura o tabla que no cumpla las normas. Toda figura, tabla, ecuación o referencia incluida en el manuscrito debe estar referenciada/citada en el cuerpo del documento. No se debe usar sangría en ninguna sección del artículo. Las referencias se deben manejar correcto estilo APA sexta edición. No se deben utilizar notas al pie de página, y usar máximo tres niveles para los títulos. Se puede incluir una sección de Agradecimientos, redactada en forma sobria, de no más de cuatro líneas justo después de las Conclusiones.

En cuanto al formato del archivo, se puede utilizar cualquier procesador de textos, siempre y cuando el contenido sea completo y editable (no se permite archivos *.txt). Los formatos recomendados son: *.rtf, *.doc, *.docx, *.odt, *.wpd y *.tex. En caso de utilizar Latex, se deben remitir todos los archivos fuente.

En cuanto al lenguaje y estilo de redacción, se deben utilizar oraciones simples y evitar regionalismos. Se debe poner especial cuidado en el correcto uso de la ortografía y redacción, de acuerdo a Normas de la Real Academia Española (www.rae.es).

Formato de publicación

Los manuscritos son publicados siguiendo el estilo APA sexta edición. Esto es realizado en la diagramación, y es transparente para los autores.

Cambios en la edición

El Editor se reserva el derecho, y así lo acepta el(la)(los) autor(a)(es) con el sólo envío del manuscrito, de realizar modificaciones con el objeto de lograr una mejor presentación e impacto del trabajo. Estas modificaciones pueden incluir cambios en el título, resumen, palabras clave, figuras, tablas y texto, entre otros, cambios que no afectan, según el Editor, la esencia del trabajo enviado por los autores. En particular, figuras que no pueden ser bien reproducidas pueden ser eliminadas por el Editor. Las referencias incompletas serán también eliminadas por exigencias de las bases de datos.

Envío de manuscritos

Los autores deben enviar sus manuscritos en formato digital al correo electrónico de la revista tekhneud@udistrital.edu.co.

Proceso de publicación

El proceso que sigue la revista para la evaluación y publicación de trabajos es el siguiente:

- Recepción del manuscrito (primera versión, convocatoria permanente)
- Verificación de normas por parte de auxiliar de la revista
- Notificación a autores de recepción, solicitud de ajustes de forma y de diligenciamiento de formato de datos de autores
- Recepción de manuscrito (segunda versión) y formato de datos de autores
- Revisión por parte del Comité Editorial
- Notificación a autores de si el manuscrito entra o no a evaluación por parte de pares
- Envío de manuscrito a pares seleccionados
- Recepción de evaluación de pares
- Notificación de evaluación a autores, y solicitud de correcciones si son pertinentes
- Recepción de manuscrito (tercera versión)
- Estudio de manuscrito corregido por parte del Comité Editorial
- Notificación a autores de decisión final de publicación y solicitud de carta de cesión de derechos
- Recepción de carta de cesión de derechos
- Corrección de estilo y diagramación del manuscrito
- Envío de versión final a autores para verificación de errores y aprobación final
- Publicación del artículo
- Notificación a autores de publicación
- Entrega de ejemplares a autores

Contacto

Para cualquier solicitud de información adicional puede comunicarse con:

Prof. Fredy H. Martínez S.

Editor y director revista Tekhnê

Sala de Revistas, Bloque 5, Oficina 301

Facultad Tecnológica

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Transversal 70B No. 73A-35 sur

Teléfono: (571) 3238400 Ext. 5003

Celular: (57) 3005585481

Bogotá D.C., Colombia

E-Mail: tekhneud@udistrital.edu.co

Url: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tekhne/index>