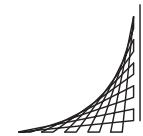


Diseño e implementación de una red domótica

Estudio de Caso: red domótica para el Laboratorio de Ingeniería Electrónica G-204 de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia

Hernán Paz Penagos
Germán Darío Castellanos Tache



ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

Diseño e implementación de una red domótica. Estudio de Caso: red domótica para el Laboratorio de Ingeniería Electrónica G-204 de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia.

Hernán Paz Penagos - Germán Darío Castellanos Tache
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá
Corporación Universitaria Remington, Medellín, 2016

176 p.; 16,5x23 cm

ISBN: 978-958-58644-7-4

CDD: 621.392 P298

1. Ingeniería civil
 2. Ingeniería de telecomunicaciones
 3. Red domótica – Diseño
 4. Ingeniería electrónica
 5. Arquitectura – Innovaciones tecnológicas
 6. Sistemas automáticos de control
 7. Edificios – Automatización
 8. Tit.
-

© Corporación Universitaria Remington

Primera edición, agosto de 2016

Diseño, diagramación y portada

Cristina Yepes Pérez

Fondo Editorial Remington

Dirección Fondo Editorial Remington

Corporación Universitaria Remington

Editora en Jefe: Lina Maria Yassin Noreña

E-mail: fondo.editorial@uniremington.edu.co

Dirección: Calle 51 n.º 51-27, Edificio Remington

Telefax: (57) (4) 3221000, extensión 3001 - 3008

Medellín, Colombia

Nota legal

Las opiniones expresadas por el autor no constituyen ni comprometen la posición oficial o institucional de la Corporación Universitaria Remington.

Todos los derechos reservados. Ninguna porción de este libro podrá ser reproducida, almacenada en algún sistema de recuperación o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio –mecánicos, fotocopias, grabación y otro–, excepto por citas breves en revistas impresas, sin la autorización previa y por escrito del Comité Editorial Institucional de la Corporación Universitaria Remington - Fondo Editorial.



■ Autores

Hernán Paz Penagos, Ph.D.

Doctor en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia; magíster en Teleinformática, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Ingeniero Electricista de la Universidad Nacional de Colombia, Ingeniero Electrónico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Licenciado en Filosofía e Historia de la Universidad Santo Tomás. Profesor Asociado de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, tiene experiencia docente a nivel de postgrado en la maestría en Ingeniería Electrónica y Especialización en Redes, y a nivel de pregrado, en el área de telecomunicaciones del programa de Ingeniería Electrónica.

Coordinador del grupo de investigación Ecitrónica (COL0018751) categorizado por Colciencias en B. Director de tesis de grado de maestría, doctorado y de proyectos dirigidos con estudiantes de último semestre del programa de Ingeniería Electrónica. Ha publicado los libros: *Guías para mediciones en comunicaciones electrónicas y prácticas de laboratorio* (2008) y *Sistemas de comunicaciones digitales* (2009). De igual manera, artículos en revistas indexadas, algunos son: “Design and development of an electronic device for data transmission with universal coverage” (2015), WiTricity by magnetic induction (2014), “Modulación por división de frecuencia ortogonal para minimizar el ruido en aplicaciones *Smart Grid* sobre comunicaciones por línea de potencia” (2013), “Local distortion of ground magnetic field as a proposal to handle a species of cutting ant *Atta spp*”. (2012) y “¿How to develop metacognition through problem solving in higher education?” (2011). Sus áreas de interés son: Comunicaciones análogas y digitales, antenas, líneas de transmisión, microondas, radar, nuevas tecnologías en acceso, transmisión y conmutación de redes de comunicaciones, comunicaciones celulares, *Wireless*, redes cognitivas y cognitivas/adaptativas, WiTricity, Smart Grid, RFID, PLC.

Así mismo, ha sido par evaluador del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior – SINAES – Costa Rica (2012 y 2015) y par evaluador del Consejo Nacional de Acreditación – CNA para procesos de



acreditación y reacreditación de programas de Ingeniería Electrónica e Ingeniería de Telecomunicaciones de universidades colombianas. Además es par evaluador de proyectos de investigación, libros, capítulos de libros y artículos de investigación de Colciencias, centro de investigaciones y desarrollo científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Popular del Cesar, Universidad del Quindío, Universidad Santo Tomás – Bucaramanga, Universidad Nacional de Colombia – sedes Bogotá y Manizales, Pontificia Universidad Javeriana-Sede Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Universidad Tecnológica de Pereira y Universidad Industrial de Santander, correo electrónico: hernan.paz@escuelaing.edu.co

Germán Darío Castellanos Tache, E.E., Msc.

Ingeniero Electrónico (2004) y especialista en Telemática y Negocios por Internet (2006) de la Escuela Colombiana de Ingeniería; con maestría en Investigación en Redes Móviles Inalámbricas (2012) de la Universidad de Newcastle Australia. Cuenta con más de 11 años de experiencia en el campo de la investigación y la docencia; y un amplio conocimiento en redes móviles, con calidad de servicio, de nueva generación y banda ancha móvil.

Ha sido director de varios proyectos de investigación como “Estudio de barreras y oportunidades para la viabilidad de la TDT en Colombia” (2012-2013) y “Medición de consumo energético en equipos TIC en espacios institucionales” (2014-2015) y diversos proyectos de grado así como innovador en proyectos en servicios de telecomunicaciones móviles como “Servicio de correo electrónico a través de la voz” (2006). Ha sido autor y coautor de diversos artículos en conferencias y revistas indexadas. Adicionalmente, cuenta con una amplia experiencia en capacitación y organización temática de seminarios, charlas y foros en diferentes áreas de la ingeniería electrónica, telecomunicaciones y temas afines, correo electrónico: german.castellanos@escuelaing.edu.co



■ Contenido


Introducción	13
Resumen	14
Objetivos	15
Justificación	16
Metodología	16
Resultados	16
Redes domóticas	17
Marco teórico de referencia	17
Comunicaciones electrónicas	17
Tipos de sistemas de comunicaciones	19
Sistemas de comunicación de datos	20
Red domótica	22
Antecedentes de las redes domóticas	25
Estándares	30
Estándares americanos	30
Estándares europeos	32
Normatividad y normalización	34
Otros organismos de normalización internacionales	36
Fabricantes y organizaciones sobre PLC	37
Elementos básicos de comunicación de una red domótica	39
Tipo de información a transmitir	40
Herramientas	40
Medios de transmisión utilizados	41
Categorías del cable UTP	45
Efectos indeseables que sufre la señal de información al propagarse por el medio de transmisión	50
Modelamiento de los canales PLC	52
Modos de transmisión	57
Modulación y demodulación	59
Protocolo	64



Redes domóticas inalámbricas	71
Servicios en redes domóticas	73
Eficiencia energética con redes domóticas	75
Experiencias de redes domóticas en Colombia	78
Caso de estudio	81
Introducción	81
Generalidades	82
Objetivos del proyecto	84
Metodología	84
Procedimientos que siguió el grupo de línea de transmisión	85
Procedimientos que siguió el grupo de aplicativos	90
Análisis de la red de distribución eléctrica como medio de transmisión	92
Segmentos del sistema de interconexión eléctrica en Colombia	93
Características de la red de distribución eléctrica	93
Cable de cobre como medio de transmisión	96
Características del canal de comunicaciones	97
El ruido y la interferencia	98
Variación de la impedancia del medio con las cargas	100
Modelamiento del canal	104
Diseño de la red domótica	108
Tipo de servicios	108
Arquitectura	109
Diseño de circuitos	110
Diseño del protocolo: método de detección de errores, control de flujo	123
Diseño de protecciones	130
Software de comunicación	132
Caso de estudio: implementaciones y resultados	134
Consideraciones iniciales	134
Integración	135



Pruebas y obstáculos superados	138
Beneficios de la implementación proyecto	144
Contraste con otros proyectos	146
Recomendaciones	151
Aplicaciones futuras	153
Conclusiones	157
Referencias bibliográficas	159
Webgrafía	166
Glosario de acrónimos	167
Glosario de términos específicos	169

 Este libro se terminó de imprimir
en agosto de 2016 en los talleres gráficos
de la Editorial L. Vieco S.A.S. Medellín, Colombia.