



Ciencia y Poder Aéreo

ISSN: 1909-7050

cienciaypoderaereo@epfac.edu.co

Escuela de Posgrados de la Fuerza

Aérea Colombiana

Colombia

Prieto Morales, Diego Felipe; Moreno Forero, Fernando Antonio
Análisis y monitoreo remoto de las variables ambientales en un entorno indoor, por medio
de un dispositivo móvil con Android
Ciencia y Poder Aéreo, vol. 10, núm. 1, enero-diciembre, 2015, pp. 187-194
Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana
Bogotá, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673571173017>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



ANÁLISIS Y MONITOREO REMOTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES EN UN ENTORNO INDOOR, POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO MÓVIL CON ANDROID¹

ANÁLISE E MONITORAMENTO REMOTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM UM AMBIENTE INTERNO POR MEIO DE UM DISPOSITIVO MÓVEL COM ANDROID²

REMOTE ANALYSIS AND MONITORING OF ENVIRONMENTAL VARIABLES ON INDOOR ENVIRONMENT BY MEANS OF A MOBILE DEVICE WITH ANDROID³

Diego Felipe Prieto Morales⁴, Fernando Antonio Moreno Forero⁵
Universidad Militar Nueva Granada

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 10/ Enero-Diciembre de 2015/ Colombia/ Pp. 1-260

Recibido: 05/10/2015

Aprobado evaluador interno: 06/11/2015

Aprobado evaluador externo: 28/11/2015

Doi: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.228>

Para citar este artículo:

Prieto, D., y Moreno, F. (2015). Análisis y monitoreo remoto de las variables ambientales en un entorno indoor, por medio de un dispositivo móvil con android. *Ciencia y Poder Aéreo*, 10 (1), 187-194. Doi: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.228>

¹ Reporte de caso, derivado del proyecto PIC_ING 1846: diseño y desarrollo de un prototipo domótico para control de riego, utilizando fuentes alternativas de energía, parametrizado desde teléfonos inteligentes. Ascrito al Grupo de Aplicaciones Virtuales (GAV). Programa de Ingeniería en Mecatrónica. Financiado por la Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

² Relato de caso, derivado do projeto PIC_ING 1846: Desenho e desenvolvimento de um protótipo de controle de automação de irrigação utilizando fontes alternativas de energia, parametrizado através de smartphones. Designado ao grupo de dispositivos virtuais (GAV). Programa de Engenharia Mecatrônica. Financiado pela Universidade Militar Nova Granada. Bogotá Colômbia.

³ Case report, derived from the project PIC_ING 1846: design and development of a prototype for automation irrigation control using alternative energy sources, parameterized from smartphones. Assigned to the Virtual Appliances Group (GAV). Mechatronics Engineering program. Funded by Nueva Granada Military University. Bogotá, Colombia.

⁴ Estudiante de Ingeniería en Mecatrónica. Participa en el Grupo de Aplicaciones Virtuales (GAV) Facultad de Ingeniería. UMNG, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: u1802553@unimilitar.edu.co

⁵ Ingeniero Electrónico. Magíster en Seguridad y Defensa Nacional, especialista en Gerencia de Mercadeo, Control Interno, y Alta Gerencia. Profesor del programa de Ingeniería en Mecatrónica, Miembro del grupo de Investigación GAV. UMNG. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: fernando.moreno@unimilitar.edu.co

Resumen: la implementación de técnicas de automatización en el desarrollo de actividades en la vida cotidiana, ha permitido elaborar sistemas orientados a mejorar el confort en el interior de las estructuras habitadas por personas, permitiendo estudiar variables ambientales como la temperatura, humedad e intensidad de luz. Entre las temáticas con mayor interés en investigación, se encuentra la domótica, la cual integra la necesidad de proporcionar seguridad, gestión energética y bienestar en el mismo. En el presente artículo, se expone los resultados obtenidos del análisis y control remoto de las variables ambientales en el interior de un prototipo de un apartamento. Los resultados obtenidos se orientaron a mejorar las condiciones de hospedaje y seguridad, en entornos cotidianos de la población urbana y de este modo realizar un monitoreo remoto por medio de un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

Palabras clave: automatización; arquitectura centralizada; domótica; sistema de control.

Resumo: a implementação de técnicas de automação no desenvolvimento de atividades na vida cotidiana, tem permitido a elaboração de sistemas destinados a melhorar o conforto no interior das estruturas habitadas por pessoas, permitindo estudar as variáveis ambientais tais como a temperatura, a umidade e a intensidade de luz. Entre os assuntos de maior interesse na pesquisa está a domótica, que integra a necessidade de proporcionar segurança, gerenciamento de energia e bem-estar nele. Neste artigo se apresentam os resultados obtidos da análise e controlo remoto de variáveis do ambiente dentro de um protótipo de um apartamento. Os resultados obtidos foram destinados a melhorar as condições de hospedagem e segurança em ambientes do quotidiano da população urbana, e assim realizar o monitoramento remoto através de um dispositivo móvel com sistema operacional Android.

Palavras-chave: automação; arquitetura centralizada; domótica; sistema de controle.

Abstract: The implementation of automation techniques in the development of activities in everyday life, has enabled the development of systems aimed at improving comfort inside structures inhabited by people, allowing the study of environmental variables such as temperature, humidity and light intensity systems. Automation is among the topics with higher interest of research, it integrates the need to provide security, energy management and well being on it. In this article, the results of the analysis and remote control of environmental variables inside a prototype of an apartment are exposed. The results were aimed at improving the conditions of hosting and security in everyday environments of the urban population and thus perform remote monitoring via a mobile device with Android operating system.

Key Words: Automation; Centralized Architecture; Control System; Home Automation.

Introducción

El desarrollo continuo de la tecnología, ha permitido abordar diversas problemáticas de la vida cotidiana del ser humano, donde una de las principales preocupaciones se centra en mejorar la calidad de vida. Esto, exige superar los estándares de confort a los que pueden acceder las personas, atendiendo a las necesidades que se presenten en el diario vivir (Guerra-Casanova, J., Sanchez-Avila, C., De-Santos-Sierra, A., y Bailador, G., 2011).

La apropiación de la industria por este tipo de tecnologías, ha permitido solventar problemas en situaciones de ámbito laboral y personal en cada hogar. Cuyo enfoque se encuentra en la domótica, con el objetivo de centrarse en brindar confort, por medio de la administración correcta de los recursos energéticos y control de variables en el interior de un domicilio (Aragues A., Martínez, I., Del Valle, P., Munoz, P., Escayola J., y Trigo, J. D., 2012; Junestrand, S. Pasaret, X., y Vázquez, D., 2004).

La domótica ha logrado atender las necesidades de las personas de la tercera edad o con discapacidades físicas y/o cognitivas. Sus resultados favorecen el desarrollo de las tareas cotidianas de carácter vital y de acompañamiento permanente (Aarts J., y Heitkamp, F., 2011; Plaza M., Aperador W., y Aviles, O., 2013). El apoyo en este grupo social, ha permitido el desarrollo de habilidades cognitivas y mejoramiento de espacios comunes (T. Barbieri, T., Bianchi, A., Fraternali, P., y Tacchella, C., 2010; Winkler, D., Hametner R., y Biffi, S., 2009).

Asimismo, se debe resaltar que este tipo de tecnologías actualmente son amigables con el medio ambiente y prometen revolucionar el estilo de vida humana (Bonino, F. C. D., 2010). También, es necesario manejar este tipo de recursos debido a la creciente población alrededor del planeta (K. Kalogirou y G. Telkamp, 2010).

En el ámbito actual se han realizado diversos estudios en este campo, por ejemplo, el control de la variable de temperatura por medio de protocolos de comunicación controlados desde un *software* remoto con el propósito de incrementar la eficiencia energética (Dobrescu, L. 2014), que llegaron a obtener como resultado final una aplicación de fácil uso con una integración de varios protocolos para el uso de diferentes variables en un ambiente indoor.

De igual forma, otras investigaciones apuntan hacia el diseño e implementación de sistemas de control de diferentes electrodomésticos y algunas funciones de seguridad que básicamente ahorrarían tiempo, energía y aumentarían el confort de sus huéspedes (Das, R., Dutta S., Samanta, K., Sarkar, A., y Das, D., 2013), que llegaron a tener como resultado un sistema con gran adaptabilidad tanto

para entornos familiares como industriales (Huidobro, J. M., y Tejedor, R. J. M., 2010; Miori, V. y Russo, D., 2012).

Basados en lo anteriormente descrito, este trabajo se basa en el diseño y desarrollo a escala de un apartamento domótico, orientado al control remoto de variables como la temperatura, humedad, intensidad de luz, detección de gases e identificación de movimiento, que se pueden evidenciar en la cotidianidad de las personas dentro de un apartamento.

Adicionalmente, se tiene en cuenta que el uso de elementos eléctricos y electrónicos, resalta el consumo de energía alto. Para estos casos es necesario realizar la sintonía entre la electrónica y el medio ambiente, los cuales permitan minimizar el consumo de energía y así preservar el ambiente.

Materiales y métodos

En este trabajo investigativo se realizó el control de un sistema domótico, utilizando una interface desarrollada en un dispositivo móvil. Un esquema de la configuración se muestra en la Figura 1.

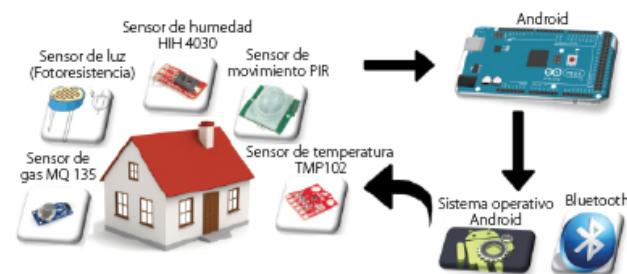


Figura 1. Esquema del trabajo. Fuente: elaboración de los autores.

Inicialmente, se procedió a identificar el comportamiento característico de las variables de temperatura, humedad, gases, movimiento e intensidad de luz en cada una de las habitaciones de un apartamento convencional. Continuando con el diseño del prototipo en CAD, ubicando de manera separada las habitaciones, baños y cocina.

Luego se procedió a proponer y usar los sensores adecuados para el monitoreo de cada una de las variables dependiendo de su ubicación, los cuales se ajustan a un alto rango de operación y cómoda implementación. Estos, se condujeron a la placa Arduino, el cual integra los diversos mecanismos de control de cada una de las variables, debido a su estructura compacta y su proceso ligero en el uso de lectura y análisis de cada variable (Del Carmen Curras-Francos, M., Diz-Bugarin J., Garcia-Vila, J. R. y Orte-Caballero, A., 2014; Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J. y Gómez-Skarmeta, A. F., 2010).

Finalmente, con el propósito de realizar el monitoreo remoto del comportamiento de las variables en el interior del apartamento domótico, se elaboró la aplicación para dispositivos Android con la capacidad de ofrecer un sistema que aumente el confort de las personas en este sitio, por medio de la comunicación inalámbrica por Bluetooth (Buoro, D. Casisi, M. Pinamonti, P. y Reini, M., 2012).

Los procesos de automatización, son apoyados por sensores, encargados de recoger la información orientadas al desarrollo de actividades de monitoreo y control. Para el desarrollo de este trabajo, se tuvo en cuenta el sensor de gas MQ 135, el de humedad HIH 4030, temperatura TMP 102, de luz fotorresistencia y de detección de movimiento PIR.

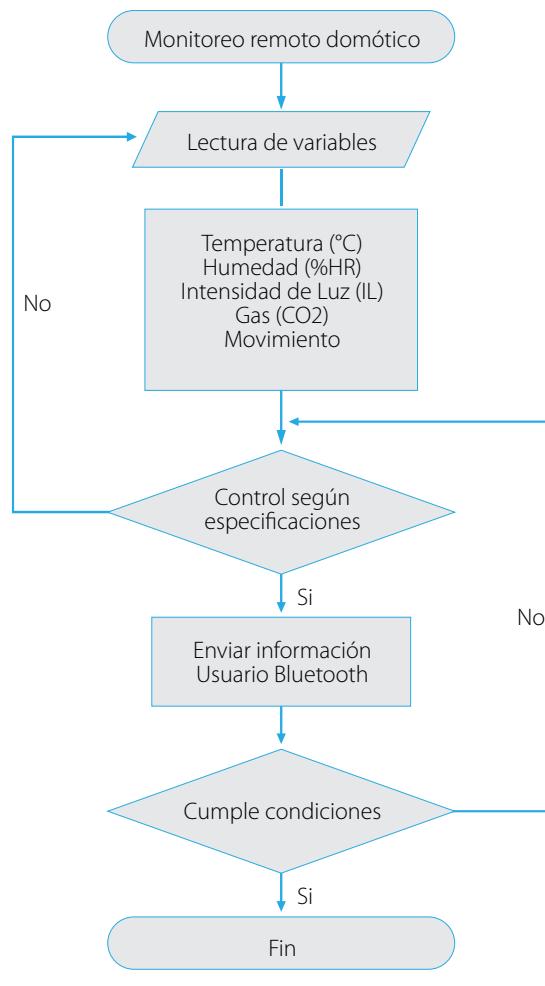


Figura 2. Logaritmo de control del proceso de monitoreo remoto domótico. **Fuente:** elaboración de los autores.

En la Figura 2, se presenta un esquema general del proceso de monitoreo remoto domótico por medio del cual se realizó la automatización de un ambiente indoor, en este caso una casa.

Caracterización de las variables de control y monitoreo

Con el propósito de realizar el monitoreo del comportamiento de las variables ambientales en el interior de un apartamento, se procedió a realizar el modelamiento de cada una de las variables para la selección de los sensores.

En cuanto a la calidad del aire se debe modelar los diferentes factores considerados característicos para determinar la contaminación en el ambiente.

$$\vec{N}_A = \vec{J}_A + \rho_A \vec{v} \quad [1]$$

$$\rho_A = \rho C_A \quad [2]$$

Las Ecuaciones 1 y 2 representan la relación el flujo de masa, densidad y concentración.

$$\vec{N}_A = -\rho D_{AB} \nabla C_A + \rho C_A \vec{v} \quad [3]$$

En la Ecuación 3 se relacionan de manera general las Ecuaciones 1 y 2.

$$\nabla \vec{v} \approx 0 \quad [4]$$

Dado el balance de masa se plantea el modelo general considerando la Ecuación 4.

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} C_A + \vec{v} \cdot \nabla C_A - D_{AB} \nabla C_A \\ = \frac{f_A}{\rho} \end{aligned} \quad [5]$$

$$P_S = \frac{V_C^2 x R_S}{(R_S + R_L)^2} \quad [6]$$

$$R_S = \left(\frac{V_C}{VR_L} - 1 \right) x R_L \quad [7]$$

En la Ecuación 5 se presenta el modelo general que permite determinar la contaminación en el ambiente, que

puede repercutir en efectos perjudiciales para los seres vivos que habitan una vivienda. Teniendo en cuenta el comportamiento y se elige un sensor que realice la detección de diversos tipos de gases. El sensor seleccionado (MQ135) presenta una curva característica dependiendo del tipo de gas que esté presente en el ambiente (Moya J. M. H., y Tejedor, R. J. M., 2004).

Teniendo en cuenta los resultados del modelo desarrollado se realiza la calibración mediante la aplicación de la Ecuación 6 y 7, que corresponden a la potencia de sensibilidad y a la resistencia del sensor respectivamente.

$$mc_p \frac{dT_{in}}{dt} = \frac{1}{R_{eq}} (T_{out} - T_{in}) + P_{heat,AC} \quad [8]$$

La Ecuación 8 representa el modelo termodinámico en una casa, el cual permite analizar el rango de trabajo para la selección del sensor. se implementa el sensor de temperatura TMP 102, el cual opera en un rango de -25°C a 85 °C.

$$T = 15.057(V^{-0.862}) \quad [9]$$

El sensor tiene un comportamiento que se puede modelar por medio de la Ecuación 9, debido a su rango y su variación de voltaje respecto a la temperatura.

$$Q_g - Q_a - Q_v = 0 \quad [10]$$

La Ecuación 10 corresponde a un equilibrio de masa relacionando la humedad generada, con la absorbida y la considerada perdida por la ventilación.

$$Q_a = k \cdot A (\phi_i - \phi_{i,T}) \quad [11]$$

La humedad absorbida se calcula por medio de la Ecuación 11, en la cual se considera un factor de absorción, el área de la vivienda y los factores internos de RH porcentualmente y relativo al promedio de la temperatura en un rango determinado de tiempo (Bonino, D. y Corno, F., 2011).

$$Q_v = \frac{h \cdot A \cdot I (P_{s,i} * \phi_i - P_{s,o} * \phi_o)}{64133} \quad [12]$$

La Ecuación 13 representa el cálculo de las pérdidas de humedad las cuales se obtienen a través de variables como la altura promedio de cuarto, la tasa de cambio de aire, las presiones de vapor de saturación interior y exterior, y el RH exterior.

$$\phi_i = \frac{\frac{Q_g}{A} + k \cdot \phi_{i,T} + \frac{h \cdot I \cdot \phi_o \cdot P_{s,o}}{64133}}{k + \frac{h \cdot I \cdot P_{s,i}}{64133}} \quad [13]$$

Al combinar las Ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene la Ecuación 4 que representa el factor de humedad del interior. Para la medición de la humedad se seleccionó el sensor HIH4030, que opera en un rango de 0% hasta 50% con temperaturas de -25°C a 85 °C.

$$H = 4.525 (V^{-3.26}) \quad [14]$$

El funcionamiento del sensor es representado por la Ecuación 14, coincidiendo con la relación entre la variación de voltaje y la humedad.

Una de las variables con mayor interés en adquirir los consumidores, corresponde al de seguridad, para este tipo de variable se usó el sensor de movimiento pasivo PIR.

$$Q_{net} = \sigma A_1 F_{1-2z} \xi (T_1^4 - T_2^4) \quad [15]$$

La Ecuación 15 representa el funcionamiento del sensor por medio de la emisión de infrarrojo y la lectura de la refacción del mismo.

$$R = A * L^{-\alpha} \quad [15]$$

Para la aplicación sólo se requiere el pulso en alto que el sensor maneja al percibir el rebote de la señal emitida. A partir de la recepción de la misma se envía la señal al actuador.

Para proceder a realizar la nivelación de la intensidad de luz, se implementó el sensor de luz Foto – resistencia. La Ecuación 16 representa el cálculo de la resistencia dependiendo de la intensidad lumínica y las constantes de los materiales de manufactura de la LDR, su curva característica tiene un alto y un bajo dependiendo del nivel de luz presente en el ambiente (Bonino, D. y Corno, F. 2011).

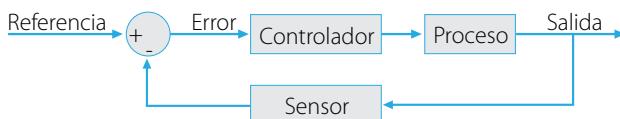


Figura 3. Diagrama de bloques lazo cerrado. Fuente: elaboración de los autores.

A partir de la definición de las variables y la caracterización de las misma se define el controlador encargado de mantener las mejores condiciones para el usuario. Teniendo en cuenta la Figura 3 se requiere un controlador que cumpla con las necesidades del sistema

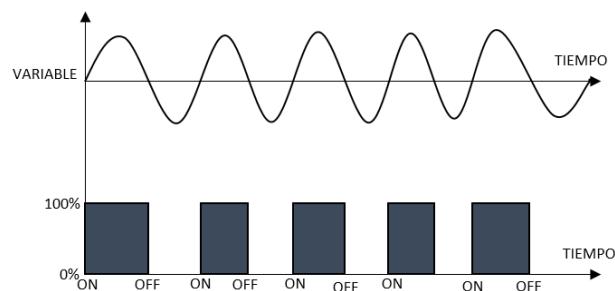


Figura 4. Control de las variables indoor. Fuente: elaboración de los autores.

Por las aplicaciones que fueron consideradas y los actuadores para cada una de las variables, fue planteado un control ON/OFF, ya que cumple con las necesidades del modelo del entorno, y responde de manera adecuada con el acondicionamiento de señales de sensores y actuadores, como se muestra en la Figura 4, el controlador se encarga de controlar la variable cuando esta sale del rango o valor de referencia

[16]

$$\begin{aligned} m(t) &= M_1, e(t) > 0 \\ m(t) &= M_2, e(t) < 0 \end{aligned}$$

La Ecuación 16 representa esta estrategia de control, que corresponde a un control de dos posiciones dependiendo si la señal de error es negativa o positiva, siendo $m(t)$ la salida, $e(t)$ la señal de error y M_1 y M_2 valores constantes.

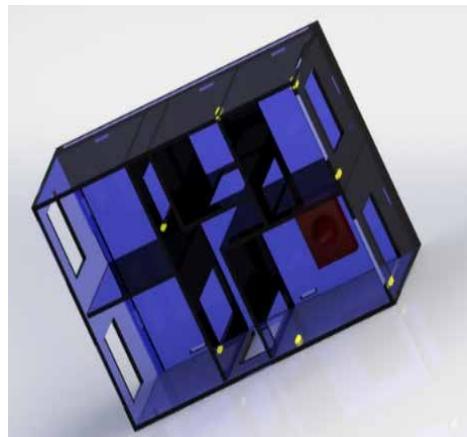


Figura 5. Render del diseño de un apartamento domótico. Fuente: autores.

Continuando con el proceso de realizar un prototipo domótico para identificación de variables se procedió a elaborar el diseño en CAD, con el propósito de identificar la ubicación adecuada para cada uno de los sensores, como se evidencia en la Figura 5.

Finalmente, se elaboró la aplicación para dispositivos con sistema operativo *Android*, bajo la plataforma App Inventor. Esta aplicación ofrece una interface usuario-máquina, con el propósito de visualizar de manera remota, cada una de las variables correspondientes a cada cubículo del prototipo, cuyo proceso se realiza por la comunicación inalámbrica con el Bluetooth HC – 5.

Resultados

Luego de finalizar la identificación y caracterización de cada uno de los sensores para el desarrollo del prototipo del apartamento domótico, se procedió a observar y analizar el comportamiento de cada uno de los sensores en sus condiciones normales agregando una perturbación durante un periodo de tiempo.

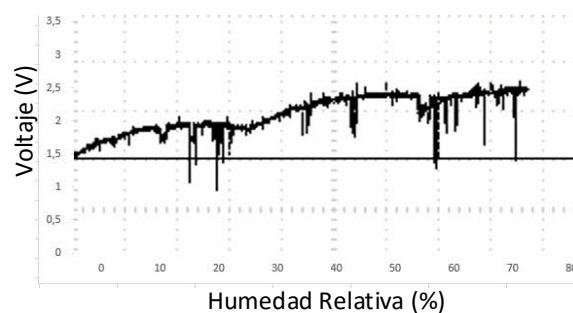


Figura 6. Comportamiento de la humedad en el interior del prototipo domótico, a partir de la variación de vapor de agua. Fuente: autores.

Para el análisis del comportamiento de la humedad, respecto a las variaciones de las condiciones ambientales en el interior del cubo, se logró identificar un comportamiento exponencial, el cual presenta una variación del voltaje de forma exponencial a medida que aumenta la humedad, a partir del aumento de vapor de agua en el interior del cubo en el prototipo domótico, como se puede evidenciar en la Figura 6.

En el análisis de comportamiento del sensor de gas, se logró caracterizar a partir de una respuesta exponencial, como se evidencia en la Figura 7. Con el propósito de identificar los diferentes tipos de gases, se relacionó al pico de voltaje evidenciado en la figura y de este modo alertar en que momento puede presentarse un caso de intoxicación.

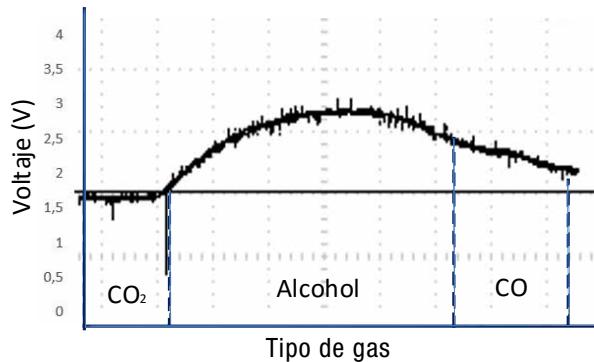


Figura 7. Comportamiento del sensor de gas, a partir de la variación de metano, humo y alcohol. **Fuente:** elaboración de los autores.

Al realizar el proceso de identificación de movimiento, se logró evidenciar el momento en que el sensor PIR, permite identificar a partir de un alto cuando se encuentra la zona de análisis sin ningún cambio o alteración en su entorno, y cuando presenta un cambio, se indica con un nivel bajo de voltaje, como se evidencia en la Figura 8.

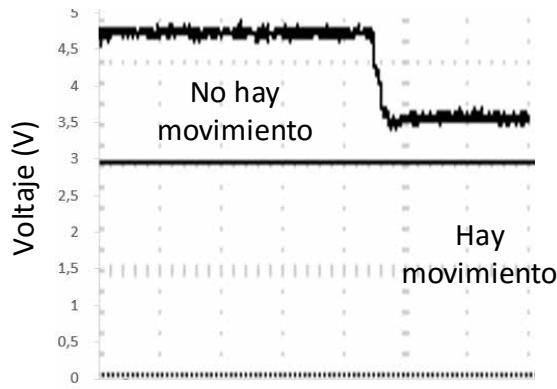


Figura 8. Comportamiento del sensor PIR, a partir de alteraciones de una zona. **Fuente:** autores.

En el análisis de comportamiento de la foto resistencia, el cual se llevó a cabo a partir de la variación de la

intensidad de luz que se puede presentar en una habitación para mejorar el confort y desarrollo de actividades en su interior. Logrando relacionar los niveles de voltaje a cada uno de los niveles de intensidad de luz, como se puede evidenciar en la Figura 9.

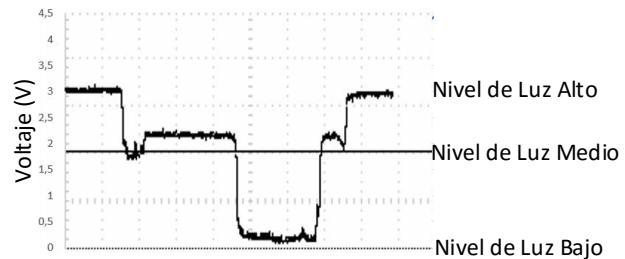


Figura 9. Comportamiento de la fotorresistencia, de acuerdo a las variaciones de la intensidad de luz en una habitación.

Fuente: autores.

Finalmente, se elaboró el análisis del comportamiento de la variable de temperatura, con la cual, inicialmente se logró identificar los rangos de operación del sensor como la temperatura máxima que almacenaría la habitación. Esto se evidencia en la Figura 10. Para este caso fue necesario proponer una etapa de control con el objetivo de evitar posibles daños en la estructura del prototipo domótico.

Cada uno de estos valores, permiten trabajar bajo un punto de referencia el cual se puede modificar. Gestionando el mando desde el dispositivo móvil para aumentar o disminuir las condiciones ambientales en el interior del prototipo del apartamento domótico.

Conclusiones

Con el proceso de automatización de procesos orientado a un prototipo domótico, se logró identificar el comportamiento de las variables ambientales, las cuales pueden influenciar en el confort de las personas que la pueden habitar, lo cual presenta la necesidad de continuar con el proceso de investigación en implementar procesos de control, con el objetivo de mantener en condiciones deseables y estables, teniendo en cuenta que pueden favorecer el desarrollo de actividades en su interior, como ofrecer una calidad alta en el periodo del hospedaje y no afectaría la salud de los mismo.

Asimismo, se logró avanzar en los conocimientos correspondientes al área de sensores, microcontroladores y actuadores, que se relacionan en la ingeniería, con el propósito de abordar la problemática de la vida cotidiana y de esta manera resolverlos de manera pertinente. Finalmente se propone continuar con el proceso, para desarrollar ambientes que este orientado al servicio a personas que tengan limitaciones en sus capacidades físicas y posiblemente mentales.

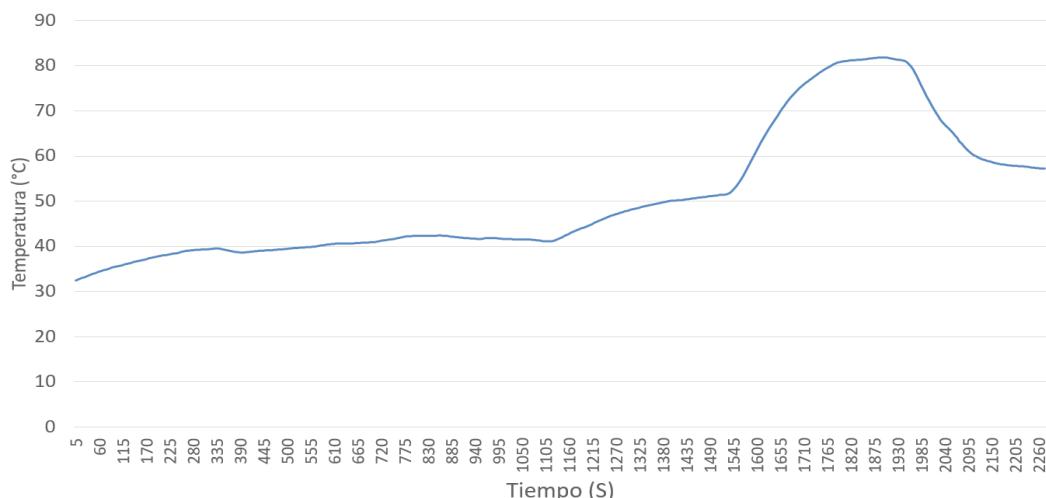


Figura 10. Comportamiento del sensor de temperatura a partir de la variación del voltaje en una bombilla halógena. **Fuente:** elaboración de los autores.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, por la financiación del proyecto PIC_ING 1846 del año 2015 – I.

Referencias

- Aarts, J., & Heitkamp, F. (2011). Small Scale Living (SSL) for the elderly through House Automation (domotica). En *FITCE Congress (FITCE), 50th*, 1-3.
- Argaues A., Martínez, I., Del Valle, P., Munoz, P., Escayola J., & Trigo, J. D. (2012). Trends in entertainment, home automation and e-health: Toward cross-domain integration, *IEEE Commun. Mag.*, 50(6), 160-167.
- Barbieri, T., Bianchi, A., Fraternali, P., & Tacchella, C. (2010). Autonomamente project - design, implementation and evaluation of a multimodal domotic application to support persons with cognitive disabilities. En *12th IEEE International Conference on e-Health Networking Applications and Services (Healthcom)*, 1-6.
- Bonino, F. C. D. (2010). DogSim: A state chart simulator for Domotic Environments, 208 - 213.
- Buoro, D. Casisi, M. Pinamonti, P., & Reini, M. (2012). Optimal synthesis and operation of advanced energy supply systems for standard and domotic home, *Energy Convers. Manag.*, 60, 96-105.
- Bonino, D., & Corno, F. (2011). Modeling, simulation and emulation of Intelligent Domotic Environments. *Autom. Constr.*, 20 (7), 967-981.
- Das, R., Dutta S., Samanta, K., Sarkar, A., & Das, D. (2013). Security based Domotics. *Procedia Technol.*, 10, 942-948.
- Dobrescu, L. (2014). Domotic Embedded System, *ArXiv14124406 Cs*, dic.
- Del Carmen Curras-Francos, M., Diz-Bugarin J., Garcia-Vila, J. R. & Orte-Caballero, A. (2014). Cooperative Development of an Arduino-Compatible Building Automation System for the Practical Teaching of Electronics, *Tecnol. Aprendiz. IEEE Rev. Iberoam. De*, 9,(3), 91-97.
- Guerra-Casanova, J., Sanchez-Avila, C., De-Santos-Sierra, A., & Bailador, G (2011). A robustness verification system for mobile phone authentication based on gestures using Linear Discriminant Analysis. En *2011 Third World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC)*, 157-162.
- Huidobro, J. M. y Tejedor, R. J. M. (2010). *Manual de domótica*. Creaciones Copyright SL.
- Junestrand, S., Passaret, X., y Vázquez, D. (2004). *Domótica y hogar digital*. Editorial Paraninfo.
- Kalogirou, K., & Telkamp, G. (2010). An ontological framework for the elderly to control their home environment. En *IST-Africa*, 1-7.
- Miori, V., y Russo, D. (2012). Anticipating Health Hazards through an Ontology-Based, IoT Domotic Environment. En *Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, 745-750.
- Moya, J. M. H., & Tejedor, R. J. M. (2004). *Domótica: edificios inteligentes*. Creaciones Copyright.
- Plaza M., Aperador W., & Aviles, O. (2013). Technology in Locomotion and Domotic Control for Quadriplegic. En *Biomedical Engineering Conference (SBEC), 29th Southern*, 99-100.
- Winkler, D., Hametner R., & Biffl, S. (2009). Automation component aspects for efficient unit testing. En *IEEE Conference on Emerging Technologies Factory Automation, ETFA 2009*, 1-8.
- Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J., & Gómez-Skarmeta, A. F. (2010). An Integral and Networked Home Automation Solution for Indoor Ambient Intelligence», *IEEE Pervasive Comput.*, 9,(4), 66-77.