

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Automatización de procesos
Recibido: 10/08/19 | Aceptado: 10/11/19 | Publicado: 22/11/19

Prototipo de casa inteligente

Smart house prototype

Marcos Valentin Marzo Rodriguez^{1*}, Marcel Lao García², Carolina López Pupo³, Liliet Alonso Molina⁴, Carmen Busoch Morlan⁵, Ivón Oristela Benítez González⁵

¹⁻⁵ Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), Cuba, Dpto. Automática y Computación, calle 114 No 11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, CP: 19390. bestmarzo@nauta.cu marcelao9807@nauta.cu cbusoch@automatica.cujae.edu.cu ivonoristelabg@gmail.com

* Autor para correspondencia: bestmarzo@nauta.cu ivonoristelabg@gmail.com

Resumen

El trabajo presenta el diseño de un prototipo de casa inteligente donde su control está basado en la plataforma Arduino. Esta maqueta posee un control de encendido y apagado de luces exteriores acorde a la intensidad luminosa. Tiene control de acceso con tarjeta a través de un sensor de radio frecuencia (RFID). Las luces interiores se accionan con palmadas por medio de un sensor de sonido. Se automatizó el llenado del tanque de agua con el uso de un sensor de nivel el cual acciona la bomba de agua. A través del sensor DHT11 se supervisa la temperatura y la humedad de la habitación activando el dispositivo de clima presente. Estas funciones se ejecutan de manera autónoma, y también existe la posibilidad de un modo manual mediante el uso de una aplicación desarrollada para un teléfono inteligente. Se utiliza el módulo bluetooth HC05, el cual además de accionar todas las funciones anteriores, también permite la apertura y cierre de una ventana. Con este trabajo se persigue que los estudiantes en sus asignaturas desarrollen habilidades prácticas a través de la vinculación de conocimientos, posibilitando la implementación de aplicaciones de domótica a costos relativamente bajos y explicar el impacto que representa su uso en el ahorro de portadores energéticos. En la realización de este trabajo se utilizó una metodología analítica y experimental.

Palabras clave: Arduino, robótica, domótica, sensores.

Abstract

The model of a "Smart House Prototype" based on the Arduino platform is presented. This model has an on/off control of exterior lights according to the light intensity. It has card access control through a radio frequency sensor (RFID). The interior lights are activated by clapping by means of a sound sensor. The filling of the water tank was automated with the use of a level sensor which drives the water pump. Through the DHT11 sensor, the room temperature and humidity are monitored by activating the present climate device. In addition to the fact that all these functions are executed autonomously, there is the possibility of a manual mode by using the smart phone and the HC05 bluetooth module, this mode, in addition to activating all the previous functions, also allows the opening and closing of a window. With this work it is pursued that students develop practical skills through the linking of

knowledge, demonstrate the possibility of implementing home automation applications at relatively low costs and explain the impact of the use of home automation in saving electric energy. In the accomplishment of this work an analytical and experimental methodology was used.

Keywords: *Arduino, robotic, home automation, sensors.*

Introducción

El siglo XXI constituye una muestra de los grandes avances científicos técnicos de la industria moderna en todas las esferas. Las computadoras ofrecen grandes facilidades con lo que disminuyen el trabajo que hay que realizar para obtener grandes beneficios. En este escenario la arquitectura no se queda al margen, pues se han adoptado estos adelantos a las edificaciones con el fin de lograr una mayor eficiencia en los procesos, desde sistemas de transporte vertical hasta en la propia seguridad del edificio (Rodríguez R., 2013), (MARQUES and RAMOS 2017).

Actualmente, la automatización de viviendas, comercios, edificios y oficinas es una tendencia de marcada importancia. El número de personas y compañías interesadas en este tema se ha incrementado y muestran alto interés en llevar estos avances tecnológicos hacia sus establecimientos; por el ahorro energético que aportan, el confort, la seguridad, la comunicación efectiva, clara y rápida y la posibilidad de dar un mayor ciclo de vida útil del edificio (Romero C., 2006), (AZCURRA *et al.* 2018).

Particularmente en Cuba debido al envejecimiento poblacional que enfrenta el país es necesario masificar los conocimientos y la posterior implementación de la domótica, para lograr una mayor calidad de vida, confort, entre otros. Por ello, el hecho de que los estudiantes puedan vincularse con estos tópicos desde los primeros años de su carrera contribuye a su formación y motivación por su profesión. Además, el desarrollo de estas tecnologías contribuye a la creación de soluciones económicas que permiten sustituir importaciones ante las dificultades económicas que enfrenta la nación.

En el presente trabajo se desarrolla un prototipo de casa inteligente de bajo costo, con el objetivo de evaluar la posibilidad de implementar sus funciones en locales de la universidad. Además, con su creación se promueve y se fomenta en los estudiantes el interés por el estudio de la robótica, y por ende lograr una vinculación de los conocimientos adquiridos.

Conceptos asociados a la domótica

En el campo de la domótica existen diferentes terminologías orientadas principalmente al tipo de aplicación que se desarrolle. Para el diseño presentado en este trabajo se utilizan las siguientes:

Edificio domótico: El término “domótica” tuvo sus orígenes en la palabra francesa *domotique*, que la enciclopedia Larousse definía en 1988 como “el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de energía, comunicaciones, etc.”. Por lo que la domótica se refiere al conjunto de tácticas utilizadas para la automatización de la gestión y la información de las viviendas unifamiliares (González, 2013), (LONDOÑO *et al.* 2017).

Edificio inmótico: Este término se refiere a la gestión técnica de edificios, y por tanto está orientado a grandes inmobiliarias: hoteles, ayuntamientos, etc. A diferencia de la domótica, la inmótica abarca edificios de mayor dimensión, con distintos fines específicos y orientados no solo a la calidad de vida, sino a la calidad de trabajo.

Edificios inteligentes: Edificio domotizado al que se le incorpora inteligencia artificial para simplificar el mantenimiento, hacerlo tolerante a fallos, entre otros. La definición abarca otras áreas como la interacción con el usuario (edificio sostenible y ecológico), el manejo inteligente de la información, la integración del medio ambiente, la facilidad de interacción con los habitantes y anticiparse a sus necesidades, etc.

Grados de inteligencia en una edificación: La inteligencia de un edificio es una medida de la satisfacción de las necesidades de los habitantes y su administración, además de la posibilidad de respetar y adaptarse al medio ambiente que lo rodea. El calificativo inteligente asociado, en términos técnicos, a un equipo o sistema, implica la existencia de al menos una unidad de proceso en dicho equipo o sistema de modo que un edificio será tecnológicamente inteligente si incorpora en su propia infraestructura unidades de proceso interconectadas por medio de un sistema abierto de cableado y equipos de comunicaciones.

Se definen tres niveles de inteligencia, productos de la combinación de distintos grados de automatización de un edificio con tecnología de la información.

Este grupo se puede separar a su vez en varios niveles:

- Nivel A0: pocas instalaciones técnicas automatizadas, en el mejor de los casos, se lleva a cabo una supervisión de un cierto número de puntos; no existe control y ningún tipo de integración entre los sistemas técnicos.
- Nivel A1: existen sistemas de control centralizado en las instalaciones del edificio con poca o nula integración.
- Nivel A2: todas las instalaciones están controladas centralmente totalmente integradas.

Materiales y métodos utilizados para el diseño del prototipo

En esta investigación los métodos teóricos utilizados fueron: análisis-síntesis e inductivo-deductivo. La aplicación del primero de los métodos empleados posibilitó la profundización en las bases teóricas y prácticas de la domótica, inmótica, robótica y además en las vías más atractivas para motivar a los jóvenes en el estudio de estos temas.

También se utilizaron dos métodos empíricos, los cuales fueron la observación y encuesta. El método de observación se utilizó para tener un referente de las inclinaciones de los estudiantes hacia los diferentes grupos de investigación de

la universidad (MARTÍNEZ *et al.* 2016). La encuesta permitió cuantificar los resultados del trabajo hecho con los jóvenes.

El control de cada una de las funciones del prototipo de casa inteligente se realiza mediante una plataforma Arduino uno R3 mediante la cual es posible:

- Controlar el encendido y apagado de luces exteriores acorde a la intensidad luminosa.
- Controlar de acceso con tarjeta a través de un sensor de radio frecuencia (RFID).
- Accionar con palmadas las luces interiores.
- Controlar el llenado del tanque de agua.
- Monitorizar la temperatura de la habitación.
- Accionar las funciones anteriores y el accionamiento de una ventana desde un dispositivo móvil.

La programación de este controlador fue desarrollada en el IDE de Arduino con lenguaje C/C++. A continuación se mencionan sus características:

- 14 entradas/salidas digitales y 6 entradas/salidas analógicas.
- Protocolo de comunicación I2C y puerto serie.
- Conversor analógico-digital de 10 bits.
- Microcontrolador ATmega328.

La fotorresistencia se encuentra ubicada en la fachada de la casa y controla que las luces exteriores solo se enciendan cuando la intensidad de la luz natural sea inferior a un valor previamente establecido, lo que evita que las luces estén encendidas innecesariamente. Esta acción se logra, gracias a que la fotorresistencia varía su valor nominal de resistencia según sea la intensidad de la radiación que incide sobre ella.

Características:

- Alimentada con 5V.
- Se configuró con un divisor de voltaje.

El sensor RFID-MFRC522 se encuentra ubicado junto a la puerta, al pasar la tarjeta cerca del sensor, a través de radio frecuencia, este excita el circuito que tiene la tarjeta en su interior y al identificarla genera la señal que es empleada para abrir la puerta.

Características:

- Se alimenta con 3.3V.

- Es capaz de detectar, identificar y codificar el circuito que presentan en su interior las tarjetas y llaveros del módulo, a través de señales digitales de comunicación y reconocimiento.
- No requiere de contacto directo entre el módulo y las tarjetas/llaveros.

El sensor de sonido se encuentra dentro de la casa, al producirse un pico de sonido, el mismo es detectado y comparado con los valores de intensidad sonora provocados por una palmada y enciende o apaga las luces interiores. Para evitar que las luces se accionen cuando el ambiente sea ruidoso se programó de manera tal, que el sensor se autorregule, adaptándose así a cualquier ambiente.

Características:

- Se alimenta con 5V.
- Presenta una señal digital que permite conocer si hubo alguna perturbación sonora.
- A través de su señal analógica se puede conocer la intensidad de ruido que existe en el ambiente en que se encuentra.

El servo-motor es el actuador encargado de abrir y cerrar la puerta. Se escogió este dispositivo porque nos permite tener un control exacto de la posición angular de la puerta.

Características:

- Se alimenta con 5V.
- Se modifica su posición mediante impulsos digitales.

Debido a que el Arduino no puede actuar directamente sobre dispositivos que consumen más corriente de las que él brinda, se utiliza un relé para accionar dichos terminales, utilizando como señal de control una proveniente del Arduino. Este dispositivo es muy importante porque es el que permite materializar el prototipo en una aplicación real.

Características:

- Admite hasta 250V y 10A de corriente alterna
- Es un interruptor analógico que se controla variando la tensión en el terminal de selección.

El sensor de nivel de líquido se encuentra situado en el interior del tanque, permite una medición continua del nivel del líquido debido a que este varía su resistencia cuando las líneas conductoras entran en contacto con el líquido. Para la implementación real del control de nivel se utilizaría un sensor ultrasónico puesto que este presenta un mayor rango de medición, hasta 4 metros, a diferencia de los 4 centímetros que nos brinda el usado en el prototipo.

Características:

- Se alimenta con 5V.
- Genera una señal analógica en correspondencia al nivel de líquido.

Se ha incluido una bomba de agua artesanal debido a su fácil confección, con el fin de que otros estudiantes puedan realizar el control de nivel en tanques a escala sin tener que comprar una bomba de agua. Es posible construirla con materiales accesibles tales como: motor de DC, tapas plásticas y metálicas, absorbentes y recipientes plásticos. Es la encargada de succionar el agua de la cisterna y enviarla hacia el tanque (ALMEIDA and CANARIAS 2017).

En el caso de este prototipo se utiliza una pequeña bomba de agua comercial la cual se alimenta con 5V.

El módulo bluetooth HC-05 establece la comunicación vía bluetooth entre el Arduino y un teléfono inteligente con el fin de controlar todas las funcionalidades del prototipo y supervisar en tiempo real el estado del tanque y la temperatura de la habitación.

Características:

- Se alimenta con 5V.
- Puede ser utilizado como maestro y como esclavo.
- Se conecta a los pines de transmisión y recepción del Arduino, a través de los cuales se intercambia la información.
- La velocidad de intercambio de información es regulable.

Sensor de temperatura y humedad DHT11 se encuentra en el interior de la casa con el fin de realizar una medición continua de la temperatura y la humedad para accionar los elementos de clima.

Características:

- Se alimenta con 3.3V.
- Genera una señal digital.
- Es recomendable que la toma de medición se realice cada 2 segundos.

Un motor paso a paso es utilizado para mover la ventana dando la posibilidad de situarla en tres posiciones distintas, siendo controlada a distancia desde un dispositivo inteligente.

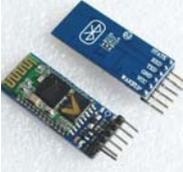
Características:

- Se alimenta con 5V.

- Número de fases: 4.
- Frecuencia 100Hz.
- Ángulo de fase del paso: 5.625 °, 64 pasos por vuelta.

Tabla 1. Medios de automatización seleccionados para el diseño del prototipo

Cantidad	Referencia	Fabricante	Descripción	Costo (euros)
1	Arduino Uno R3	Elegoo		8.99
1	Fotorresistencia	Elegoo		0.39
1	RFID-MFRC522	Elegoo		7.99
1	Sensor de sonido	Elegoo		8.47
1	Servo motor	Elegoo		2.45
1	Relé	Elegoo		1.35

1	Sensor de nivel	Elegoo		0.66
1	Bomba de agua artesanal	----		---
1	Bomba de agua comercial	----		5.95
1	Módulo Bluetooth HC-05	Elegoo		7.98
1	Sensor de temperatura y humedad DHT11	Elegoo		2.79
1	Motor paso a paso	Elegoo		3.59
1	Motor DC	Elegoo		1.59

7	Leds	Elegoo		0.30
---	------	--------	---	------

Prototipo de la casa inteligente.



Figura 1. Imagen del prototipo de la casa inteligente.

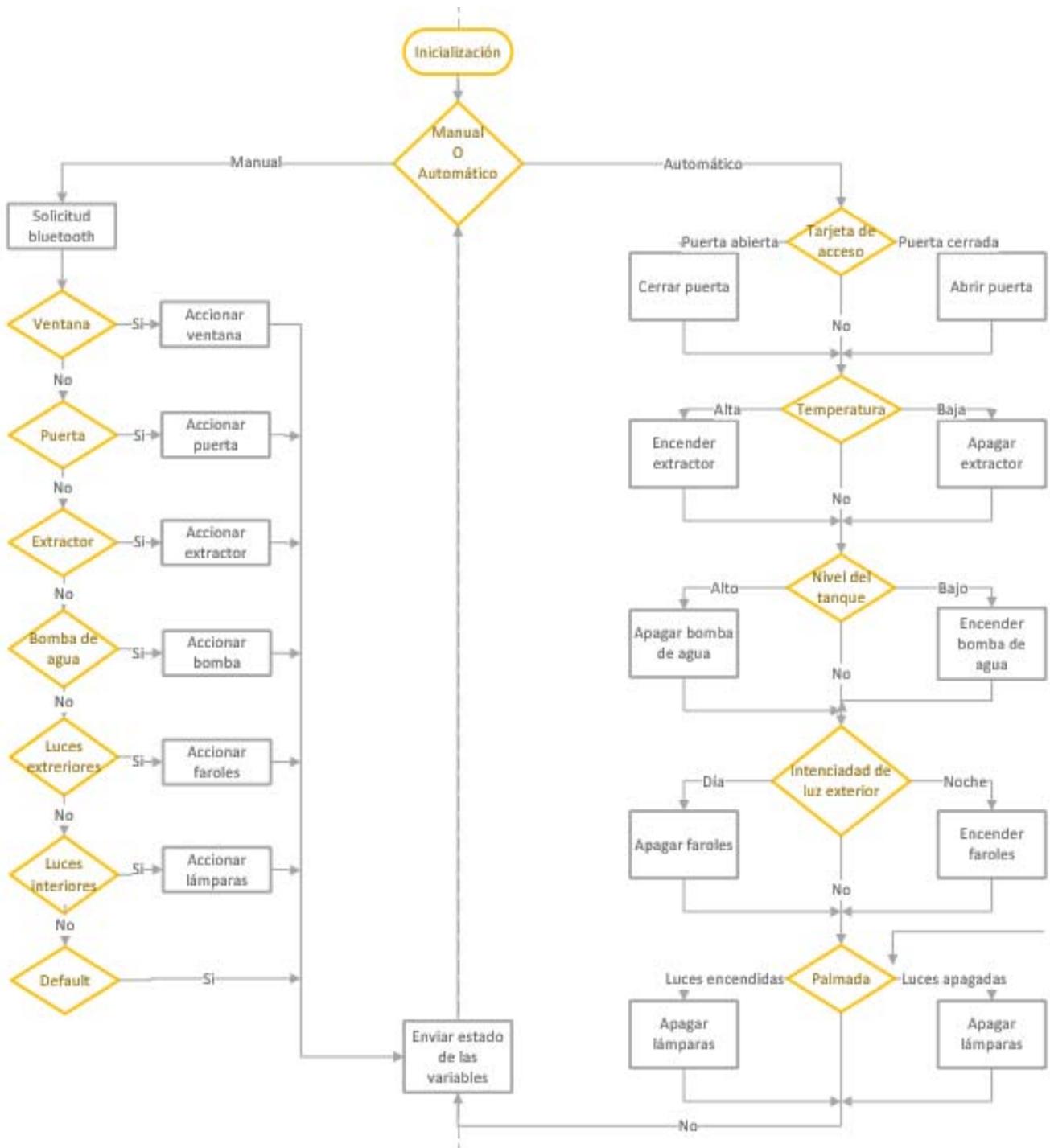


Figura 2. Diagrama de flujo del programa

Resultados y discusión:

Se realizó un experimento con un grupo de 39 estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Automática de la Universidad Tecnológica de La Habana; con el fin, de cuantificar el efecto que provocó en ellos interactuar con el prototipo de la casa inteligente a la hora de inclinarse por un perfil de la automática.

El experimento consistió en dos partes principales:

- Se les presentó a los estudiantes los distintos grupos de investigación existentes en la universidad afines con la carrera y se les brindó una explicación de las principales tareas que realizan en cada uno de ellos. Estos grupos son:
 - Ciencia para la vida.
 - Control avanzado de procesos.
 - Control predictivo no línea.
 - Diagnóstico de fallos.
 - Instrumentación biomédica.
 - Robótica y Mecatrónica.
 - Sistemas digitales empotrados.

Posterior a esto se les aplicó una encuesta en la que debían ubicar en orden de preferencia los distintos grupos de investigación.

- En la segunda parte del experimento se les mostró a los estudiantes el prototipo de la casa inteligente, explicándoles las funcionalidades de la misma así como de cada uno de sus componentes. Además de una pequeña charla acerca de las tendencias actuales de la robótica. Culminado esto se les volvió a aplicar la encuesta.

Los resultados fueron los siguientes:

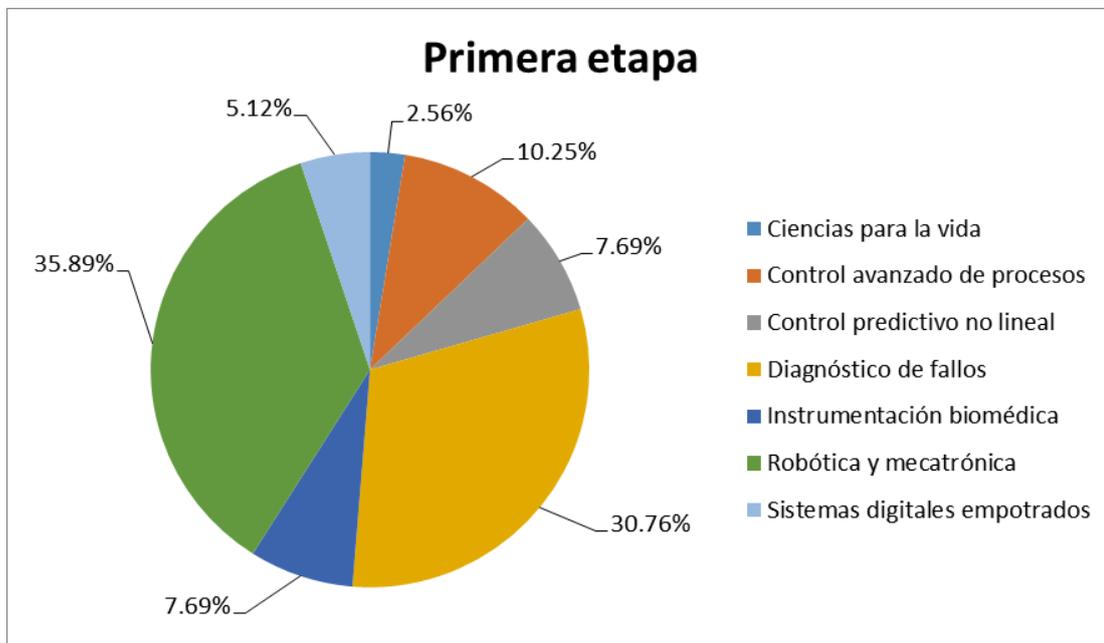


Figura 3. Gráfico que muestra la preferencia de los estudiantes por cada uno de los grupos de investigación de la universidad en la primera etapa del experimento

Existen algunos aspectos a destacar de esta primera etapa.

- Los tres grupos más atractivos para los estudiantes fueron: Grupo de Robótica y Mecatrónica, el grupo de Diagnóstico de fallos y el grupo de Control avanzado de procesos.
- Del total de encuestados el 35%, lo que representa un total de 14 estudiantes, tenían ya la intención de vincularse a la investigación en la rama de la robótica.

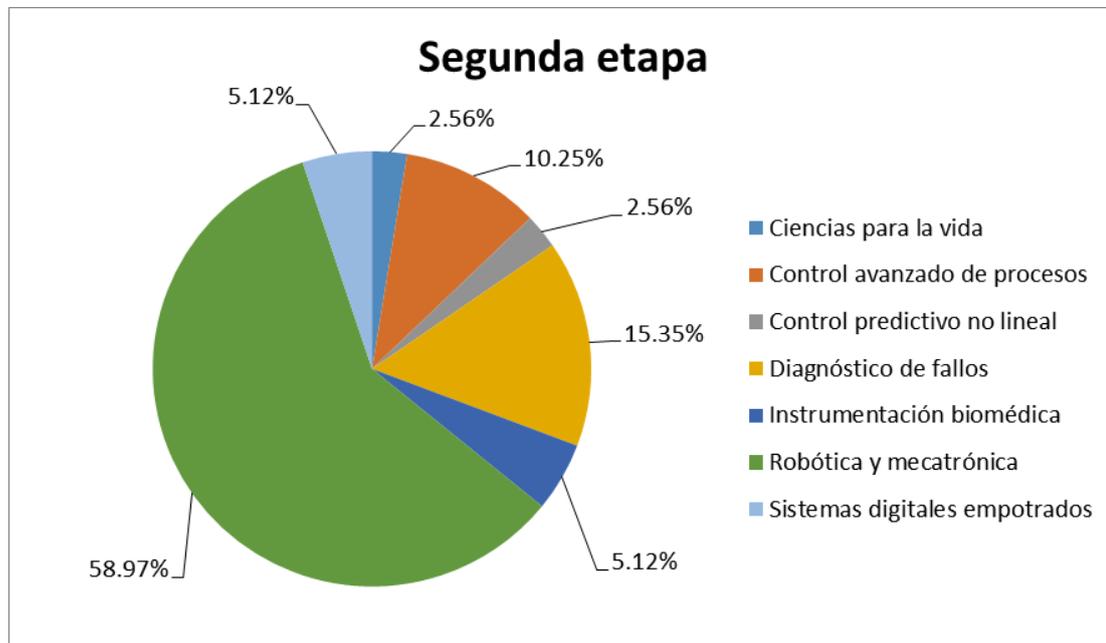


Figura 4. Gráfico que muestra la preferencia de los estudiantes por cada uno de los grupos de investigación de la universidad en la segunda etapa del experimento

Después de la segunda etapa del experimento:

- El orden de preferencia de los grupos continuó siendo el mismo lo que con cantidades diferentes.
- Aproximadamente el 43% (17 estudiantes) de los encuestados realizó algún cambio en su orden de preferencia, lo que nos indica que se ayudó a que cada uno se inclinara al perfil que realmente le atraía.
- Los que cambiaron el perfil de la robótica como su principal opción representan el 23% (9 estudiantes). Cabe destacar que los 14 existentes en la primera etapa, todos se mantuvieron.

Costo:

El costo del prototipo es de **52.50 euros**, sumamente barato teniendo en cuenta todas las posibilidades que nos brinda. Aumenta la capacidad creadora de los estudiantes, además al estar basado en una plataforma tan versátil como Arduino permite la introducción de un gran número de mejoras e ideas, lo que lo convierte en un proyecto con carácter dinámico.

Conclusiones

El cambio climático y el agotamiento de los recursos convierten a la domótica en un asunto social clave. Considerando la situación económica mundial y el estado actual del medio ambiente, es cada vez más importante tener en cuenta en todos los aspectos posibles el ahorro energético, por tal motivo se hace necesario el uso inteligente de la energía.

- Se logró incentivar y fomentar en los estudiantes de nuevo ingreso una inclinación hacia la rama de la robótica, es decir, los que ya tenían el propósito de trabajar en esta área lo reafirmaron y otros que tenían sus intereses en otras líneas afines se sumaron.
- Se analizó el costo del prototipo de la casa inteligente, consiguiéndose su confección por la baja cifra 59 euros aproximadamente. Cabe destacar que para la implementación real solo deben añadirse los relays para las conexiones de las lámparas, bombas de agua y dispositivos de clima que existen normalmente en una casa, además, una cerradura eléctrica para el control de acceso y motor para actuar sobre la ventana.
- Uno de los mayores beneficios del trabajo con la plataforma Arduino constituye la capacidad creadora que desarrolla en los estudiantes debido a que no es un proyecto estático, todo lo contrario, asimila nuevas ideas, cambios y mejoras.

Como continuación de este proyecto se propone:

- La confección de una guía paso a paso para la construcción por los propios estudiantes del prototipo de la casa inteligente y poder ser empleada en las universidades con fines educativos.

Agradecimientos

- Grupo de Robótica y Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”.
- Dra. Ing. Ivón Oristela Benítez González.
- Msc Carmen Busoch Morlán.
- Ing. Raydel García Mesa.
- A las estudiantes de 4^{to} año de arquitectura Carolina López Pupo y Liliet Alonso Molina.
- A nuestra familia.

Referencias

- ALMEIDA, P. M. and R. CANARIAS. La robótica educativa: una oportunidad para la cooperación en las aulas. Innovación docente y uso de las TIC en educación: CD-ROM, Universidad de Málaga (UMA), 2017. 124 p. 849747970X
- AZCURRA, D.; D. SANTOS, et al. Robótica basada en internet de las cosas. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste). 2018. p. 9873619275
- LONDOÑO, J. A. A.; E. C. BRAVO, et al. Aplicación de tecnologías de rehabilitación robótica en niños con lesión del miembro superior Revista Salud UIS, 2017, 49(1): 103-114.
- MARQUES, J. J. P. and V. RAMOS Robótica educativa em Portugal–estado da arte Revista de estudios e investigación en psicología y educación, 2017, (13): 193-197.
- MARTÍNEZ, N. M. M.; J. L. OLIVENCIA, et al. Robótica, modelado 3D y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples Aula de encuentro, 2016, 18(2).
-
- Rodríguez Reyes, Rachel. (2013). Sistema automatizado para el control de la temperatura y la iluminación en las oficinas del CITI (Trabajo de Diploma). Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” .
- Romero, C. (2006). Domótica e Inmótica Viviendas y Edificios Inteligentes.
- González Álvarez, Jesús Cupertino. (2013). Propuesta de diseño de un sistema automático para el control de temperatura y luminarias del bloque habitacional y el Bussines Center del hotel Comodoro (Trabajo de Diploma). Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”.