

ARTÍCULO ORIGINAL

Sistemas de adquisición y accionamientos inalámbricos utilizando hardware y dispositivos *Android*

*Acquisition Systems and Wireless Drives
using Hardware and Android Devices*

Juan Carlos Cruz Hurtado

juan.cruz@cime.cujae.edu.cu • <https://orcid.org/000-000-0842-9891>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA "JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA", CUJAE, CUBA

Recibido: 2020-02-02 • Aceptado: 2020-03-18

RESUMEN

El desarrollo e interacción de disciplinas como la microelectrónica, la electrónica, las telecomunicaciones, la informática y la automática, han dado lugar al progreso de los sistemas de adquisición inalámbricos con una incidencia importante en áreas como la salud, el medio ambiente, la agricultura, la agropecuaria, la industria, los servicios públicos, la domótica e inmótica. Estas dos últimas disciplinas son el conjunto de implementaciones capaces de automatizar un inmueble, proporcionando servicios de gestión energética, seguridad, confort y comunicaciones. Las implementaciones están constituidas por redes de sensores, interiores y exteriores a la vivienda, las que constituyen, también, un apoyo importante a personas con diversidad funcional. En el artículo se muestran varios diseños realizados en el Grupo de sensores inalámbricos del Centro de Investigaciones en Microelectrónica de la Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, enfocados en los sistemas de adquisición inalámbricos.

PALABRAS CLAVE: domótica; inmótica; sensores inalámbricos; redes inalámbricas; discapacidad; "Arduino".

ABSTRACT

The development and interaction of technologies such as microelectronics, electronics, ICT and automation, have led to the progress of wireless acquisition

systems (WAS). They have an important impact in areas such as health, the environment, agriculture and industry in general, public services, home automation, etc. These last two disciplines are the set of implementations capable of automating a property providing energy management, security, comfort, and communications services. Such implementations include sensor networks, interior and exterior to the house, which also constitute important support to people with functional diversity. The paper shows various designs made in the Wireless Sensor Group of the CIME of the FITE, focused on the WSN and, in particular, to systems associated with Domotics, Immotics and health, related to free hardware and software, and Android devices. In addition, to working on implementations associated with agriculture, agriculture and industry.

KEYWORDS: *domotics; immotics; wireless sensor; wireless networks; disability; "arduino".*

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de la microelectrónica, la electrónica, las TIC y la automática, se ha producido el avance de sistemas de adquisición inalámbricos (SAI) los que han impactado, de forma importante, en la Salud, la monitorización de variables medioambientales, la Agricultura de precisión (AP), la agropecuaria, la industria, los servicios, la domótica e inmótica. En estas dos últimas áreas se encuentran las aplicaciones asociadas a los sistemas de apoyo a personas con diversidad funcional. Estas implementaciones se dividen en las que utilizan dispositivos *Android* solamente y las que además usan dispositivos *hardware* con comunicación inalámbrica entre ambos, y se dirigen a discapacidades visuales, auditivas o motoras (Romero, 2010), (Smith, 2011), (Aranda, 2014). Además, hay aplicaciones robóticas con Inteligencia artificial (RAM, 2013), y las que usan comandos de voz (Wlater, 2015), (Moreno, 2016) para la adquisición y accionamientos domóticos.

En este trabajo se usó el estándar *Bluetooth* para la comunicación entre el dispositivo *Android* y el microcontrolador, asociado a una plataforma de *hardware* y *software* libre.

METODOLOGÍA

El artículo muestra prototipos implementados inalámbricamente, con *hardware* y *software* libre, y dispositivos *Android*, diseñados por el grupo. Estos prototipos se asocian con áreas como la salud, apoyo a personas discapacitadas y domótica. También existen desarrollos en curso relacionados con estaciones meteorológicas, dispositivos de identificación electrónica, cerraduras electrónicas, sistemas de control de consumo energético, etc.

SISTEMAS DOMÓTICOS INALÁMBRICOS UTILIZANDO DISPOSITIVOS ANDROID

La domótica es una de las aplicaciones de los SAI, donde tienen un papel importante los sensores, los dispositivos *hardware* y los objetos de la vida cotidiana y todo ello es la base de la Internet de las cosas (IoT) (Rosas López, 2011), (Rose K., 2015). El diagrama en bloque de un sistema domótico, coincide con la arquitectura de un sistema de adquisición y accionamiento tradicional. En la figura 1 se muestra el diagrama en bloques de un sistema de adquisición domótico tradicional.

La arquitectura del diagrama anterior puede ser centralizada o no, y sus bloques pueden conectarse de forma alámbrica o inalámbrica. En estos últimos, por ejemplo, el de adquisición se conecta con los sensores, el de visualización y memoria con el de adquisición, el de accionamiento con los actuadores, y con el de adquisición, y todos se conectarían con un estándar de comunicación determinado. Este estándar, depende de los requisitos, el alcance necesario, y la geometría del sistema.

El bloque de memoria y visualización, podría estar constituido por un dispositivo de almacenamiento estándar, un *software* para visualización y procesamiento en una PC, una página *Web* insertada en un servidor, o un dispositivo *Android* para monitorización y/o accionamientos.

La domótica relaciona un inmueble con un sistema electrónico inteligente. Proviene de la palabra *domotique*, que la enciclopedia *Larousse* (Larousse, 1988) la define como “el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicación y confort”. Siendo el objetivo, asegurarle estos cuatro aspectos al usuario (Romero C., 2010). La esquematización del concepto aparece en la figura 2.

Las aplicaciones que se presentan son: apoyo a personas discapacitadas, vigilancia contra incendio, visualización de consumo de agua y electricidad, localizador de objeto, iluminación inteligente, control por comandos de voz y de atención paciente-enfermera.

El 20% de la población cubana tiene 60 o más años, las que serían beneficiadas por estos sistemas de apoyo. También 1000 millones de la población mundial viven con alguna discapacidad, además de las personas de la tercera edad. El 80% de todas estas personas se encuentran en países pobres, lo que demanda que los diseños sean de costo reducido.

Existe gran variedad de trabajos de apoyo a personas discapacitadas en la literatura especializada. Unos se implementan con dispositivos *Android* solamente, y otros que adicionan microcontroladores, ambos comunicados inalámbricamente. Y están dedicados a dificultades

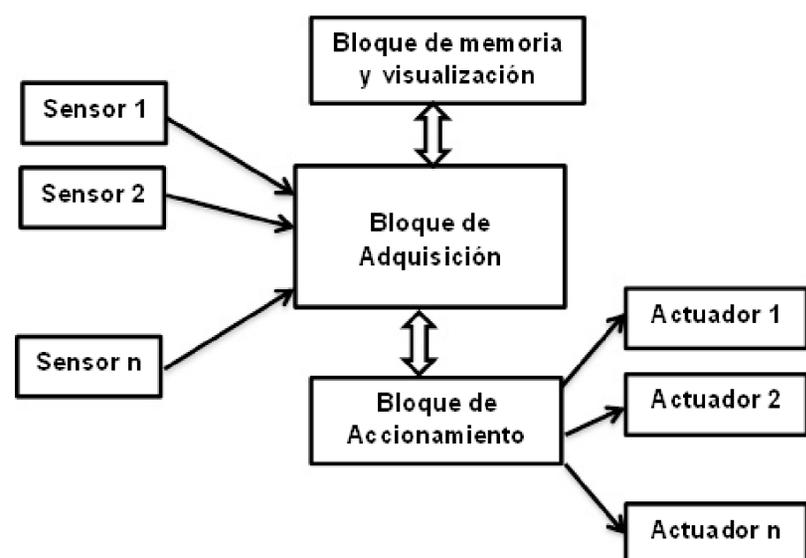


Figura 1. Diagrama en bloques de un Sistema de adquisición y accionamiento.

visuales, auditivas y motoras (Romero, 2010), (Smith, 2011), (Aranda, 2014). Las propuestas en el trabajo se diferencian de estas en el alcance y complejidad de manipulación, ya que son aplicaciones robóticas con inteligencia artificial (RAM, 2013). Por último están las actuales, que usan comando de voz (Wlater, 2015), (Moreno R., 2016).

Las dos primeras implementaciones presentadas, son para débiles visuales y para personas con dificultades motoras en miembros inferiores y utilizan un dispositivo *Android* para realizar accionamientos en un inmueble.

Actualmente, el uso de los sensores de un *smartphone* está asociado a la utilización de una placa especializada, en este caso para Arduino, llamada "*ISheeld*". Su uso añade un consumo, volumen y un costo de unos 45€. En las aplicaciones propuestas se usan algunos de los sensores del dispositivo *Android*, implementado de forma sencilla, utilizando el *software App Inventor 2*. Este es un *software* libre, diseñado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés).

Descripción de las Implementaciones domóticas asociadas a personas con discapacidad motora en miembros inferiores y debilidad visual

Hoy en día los *smartphone* gozan de gran popularidad también en el control de sistemas electrónicos, siendo los más difundidos los dispositivos con sistema operativo *Android*. En la figura 3 se muestra el esquema general que presentan ambas aplicaciones, que sólo las diferencian el tipo de sensores usados del *smartphone*.

El esquema tiene un Arduino *Nano*, dos relés KY-019 para los accionamientos, un módulo *Bluetooth* HC-06, el dispositivo *Android* y la alimentación. El Arduino se encarga de comunicarse con el dispositivo *Android* y del accionamiento de los relés. El Arduino *Nano* es de los de menor tamaño y consumo, aunque el diseño final se hará sólo con el microcontrolador conectado con el resto de los elementos en un circuito impreso o PCB, que resultará de menor volumen, peso y consumo de corriente.

El estándar *Bluetooth* trabaja en la banda ISM y es usado para distancias de 10m, aunque actualmente hay versiones (v4.0 y 5.0) con un alcance entre 50 y 240m. Este tiene menor consumo que el estándar *Wifi*. El alcance entre 10 y 15m, es suficiente para accionamientos en una pieza de una vivienda unifamiliar estándar. El *Bluetooth* se configura de forma fácil con comandos AT (comandos *Hayes*, para configuración de módems, y que significa Atención).

Diseño de la interfaz Usuario

Las apps instaladas en el dispositivo *Android* utilizan los sensores de proximidad y de aceleración. Ambas aplicaciones tienen la facilidad de que las acciones que se realizan se no-

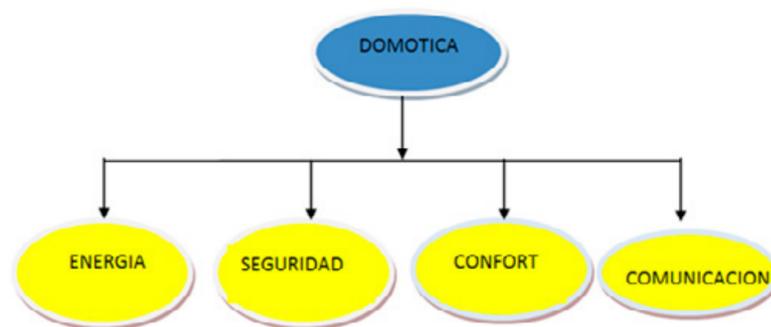


Figura 2. Pilares en los que descansan los sistemas domóticos.

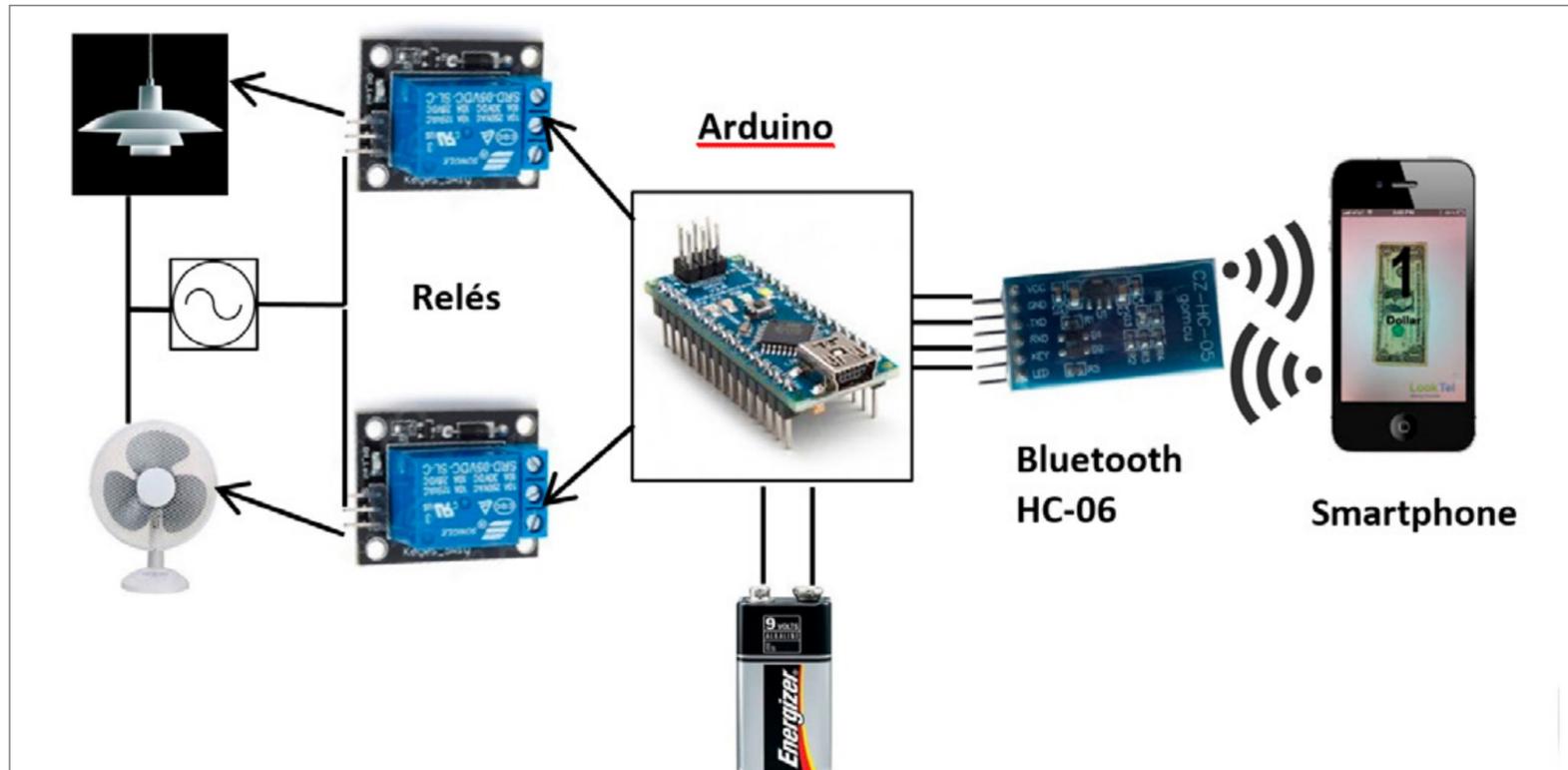


Figura 3. Esquema general de las aplicaciones presentadas.

tifican con mensajes de voz. En una variante se combina el sensor de aceleración con el de proximidad (Cruz, 2019), ya otra usa sólo el de aceleración (Cruz J. , 2019). En la primera, el acelerómetro se activa con una leve sacudida, y en la segunda con la inclinación del dispositivo en los ejes X o Y. En la figura 4 se muestran las capturas de las pantallas de diseño de ambas aplicaciones.

En la figura 5 se muestran las pantallas en el *smartphone* de cada implementación.

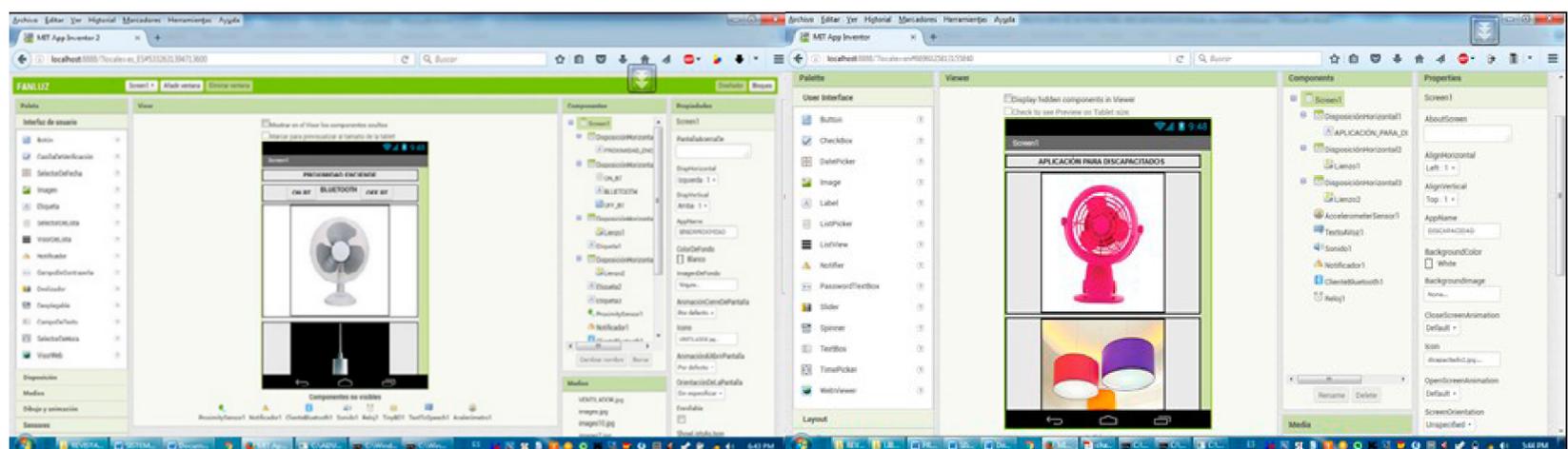
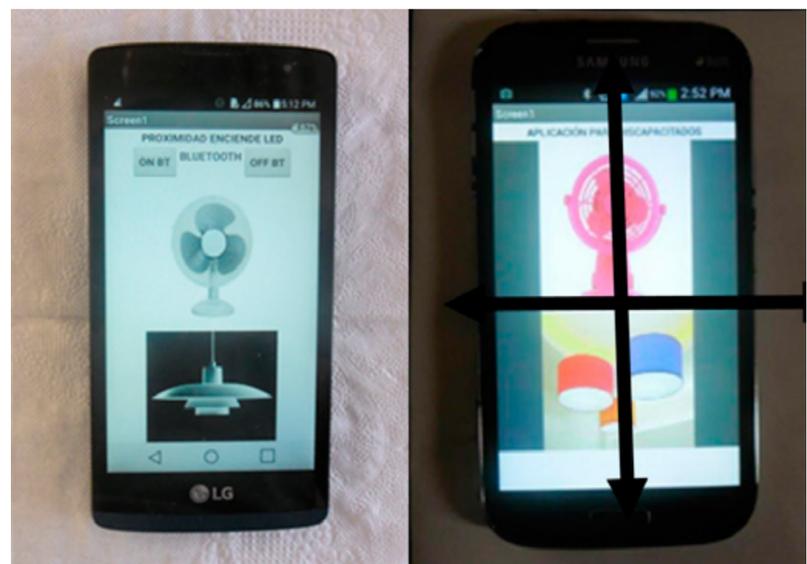


Figura 4 (arriba). Pantallas de los dispositivos Android en el ambiente de diseño del App Inventor 2.

Figura 5 (derecha). Pantallas de las app en el "Smartphone".

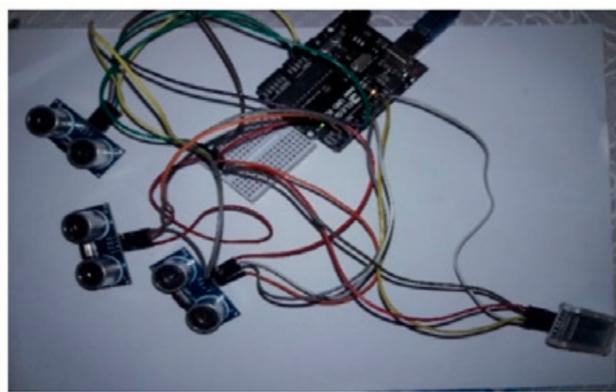


Prototipo de Bastón inteligente para invidentes

Actualmente existen unos 36 millones de personas invidentes, cifra que se triplicará para el año 2050 según estimaciones de informes internacionales. Esto motivó el diseño de este bastón electrónico. Hay muchas y variadas aplicaciones para personas con dificultades visuales, llamadas Ayudas Electrónicas de Movilidad (ETA, por sus siglas en inglés) (Cho, 2013), (Buchts, 2017), (Dhal, 2016), (Satpute, 2017), (Kumar, 2017) y (Khan, 2018). En figura 6 se tiene el prototipo del bastón, el “board” con los sensores conectados y la pantalla principal de la *app*.



Figura 6. Esquema de disposición de los sensores en el batón (izquierda) y foto del prototipo con los dos sensores ultrasónicos y el “Smartphone”.



El prototipo tiene posibilidad de detección y notificación de obstáculos con mensajes de voz. Usa tres sensores de proximidad ultrasónicos para ello, enviando el alerta vía *Bluetooth* hacia el *Android*. También puede personalizar el bastón según la altura del invidente desde la *app*, enviando las distancias de detección de obstáculos vía *Bluetooth*. Además, puede enviar la localización del invidente vía red celular a demanda de este.

Diseño de un Sistema contra incendio (López, 2010), (Donate J, 2018)

El prototipo puede enviar la alarma vía *Bluetooth* o *Wifi* si el usuario está cercano a la casa, o vía red celular si está lejos del inmueble. En la figura 7 se muestra el esquema del Sistema, que además de contar con los sensores necesarios para la detección, tiene los módulos para las variantes de avisos mencionados.

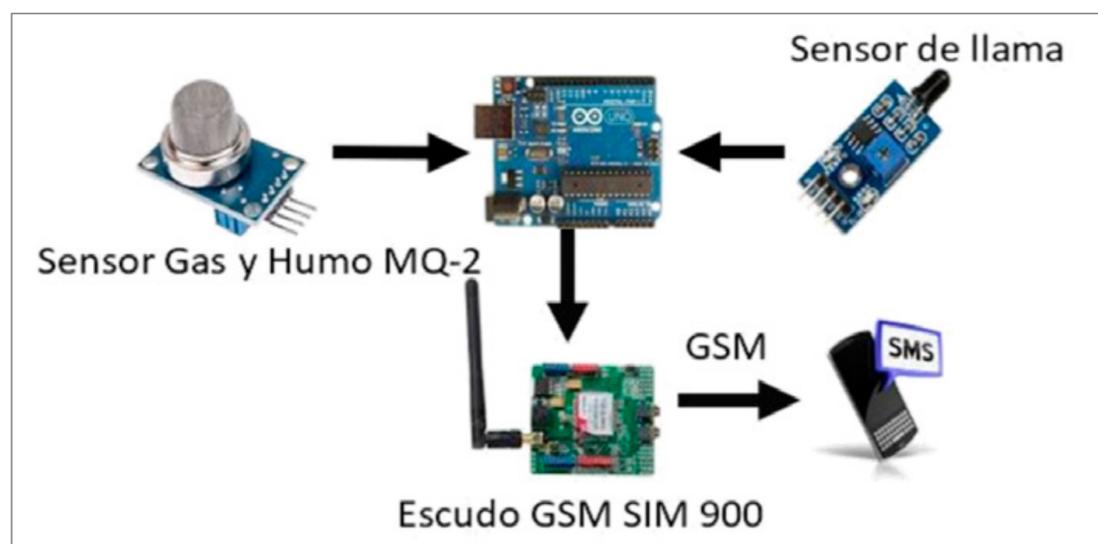


Figura 7. Esquema general de un sistema contra incendio.

Diseño de un Sistema de monitorización de consumo de agua (Guacaneme G., 2016),
(Donate J, 2018)

Se mide el consumo de agua con el sensor de flujo que muestra la figura 8, el que se muestra en el display a cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés). También se controlan los niveles de agua en el tanque elevado y en la cisterna, los que son variables del algoritmo lógico que controla el encendido de la bomba de agua. Además, se almacenan los históricos del consumo en una memoria (SD, por sus siglas en inglés, *Secure digital*).

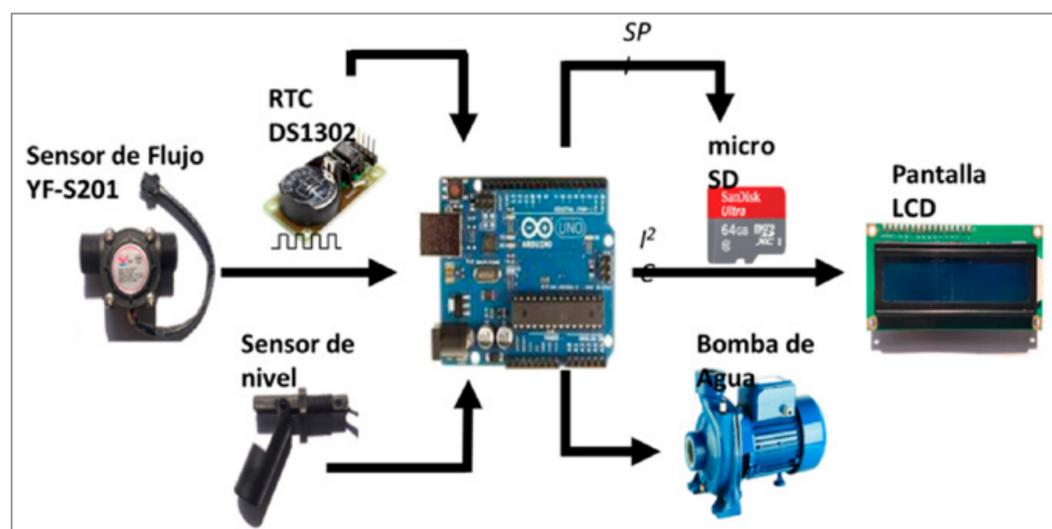


Figura 8. Esquema en bloques del sistema de consumo de agua y de control de nivel en tanque y cisterna.

Sistemas de monitorización de consumo de energía (Torres, 2016), (Donate J, 2018),
(Contreras, 2015)

Mide el consumo de energía del circuito donde se instale. Indica, en tiempo real, el consumo de energía de forma gráfica y por tablas por medio de una *app* en un dispositivo *Android*, y almacena los históricos del consumo en una SD. En la figura 9 se muestra el diagrama general de esta aplicación.

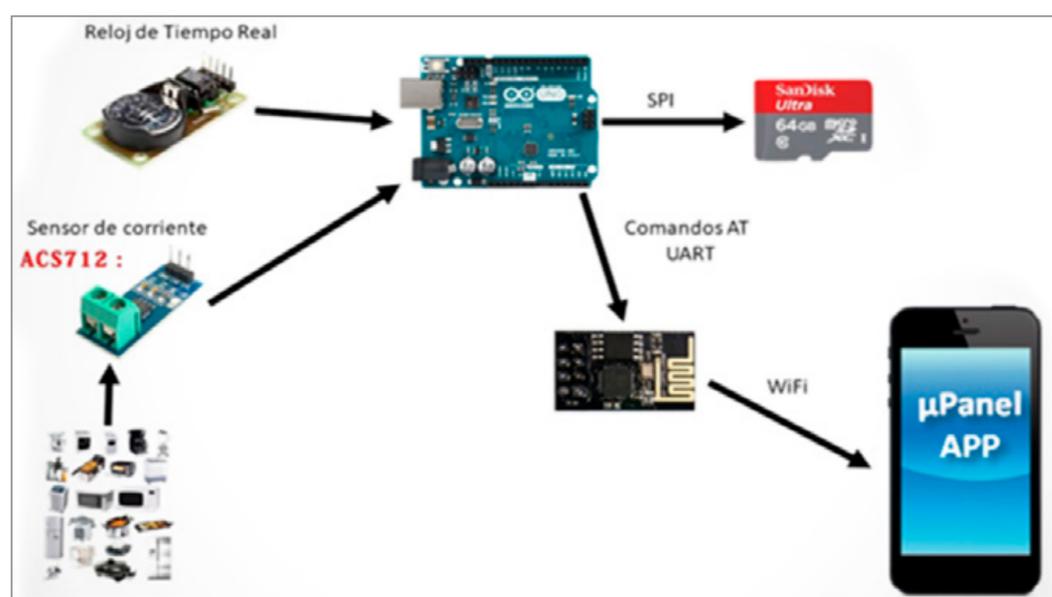


Figura 9. Diagrama en bloques general del sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica.

Sistema de ubicación de objetos (Donate J, 2018), (Valverde,2014), (Loachmin, 2015)

En el objeto en el que se coloque, se podrá conocer la ubicación del mismo sólo realizando una llamada a la *subscriber identity module SIM* (módulo de identificación de abonado, en español) que contiene el módulo GSM/GPRS que está en el circuito. Por otro lado, se cuenta con un módulo GPS para la detección de las coordenadas de localización del objeto, las que se envían por la red celular. Estas coordenadas se representan por la *app*, que corre en el *Android*, en un mapa. En este caso el objeto es un auto. En la figura 10 se muestra el diagrama en bloques general del sistema de ubicación de objetos.

Sistema de comunicación Paciente-Enfermera (Viña, 2018), (Zapatán, 2016), (Gómez, 2009), (Monroy, 2015)

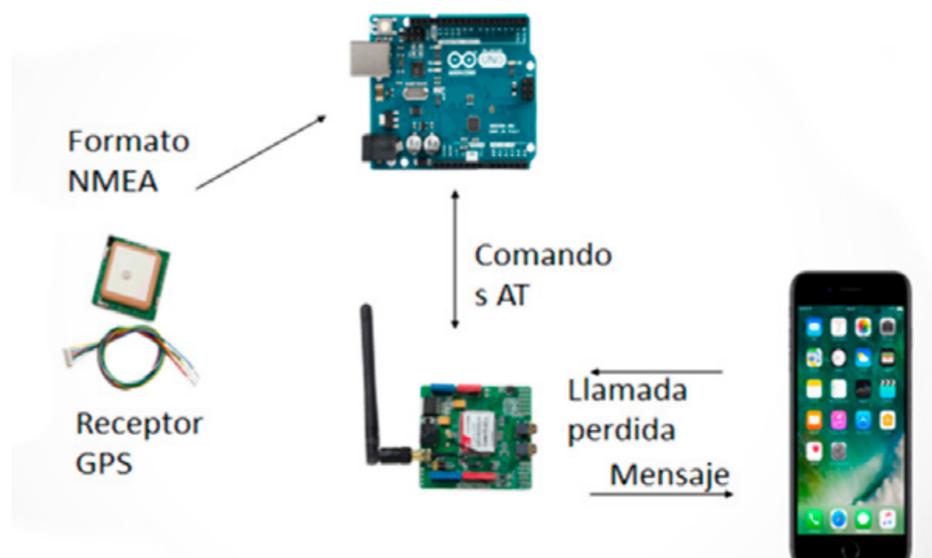


Figura 10. Diagrama en bloques general del sistema de ubicación de objetos.

La implementación pudiera tener otras aplicaciones, como la atención a clientes de cualquier establecimiento público. En este caso se utiliza para atender seis cubículos de seis camas cada uno, 36 camas en total, de una sala de hospital cualquiera. Con cinco etapas de funcionamiento: solicitud de atención, transmisión de la solicitud, el servidor central, la notificación al personal enfermero y la notificación a servicios de emergencia.

Cada cama tiene un botón de solicitud de atención, un *led* de solicitud y recibo de atención, que al pulsarlo envía el número de cama vía *Wifi* a través del *ESP8266* conectado a un *Arduino Nano* de cada cubículo. Este aviso llega a un servidor central constituido por un *NodeMCU*. Este almacena las solicitudes de atención de cada cubículo y luego las envía al dispositivo *Android* de la enfermera (*tablet*, celular, reloj inteligente, etc.). En este dispositivo se señala el recibo del número de cama, y puede solicitar los servicios de emergencias necesarios, vía *SMS*, a través del *SIM800L* conectado al servidor central. En el futuro se pueden incorporar otras indicaciones, como el suministro de medicamentos, realización de pruebas diagnóstico, tratamientos, etc. En la figura 11 se muestra un diagrama en bloques general del sistema de comunicación Paciente-Enfermera.

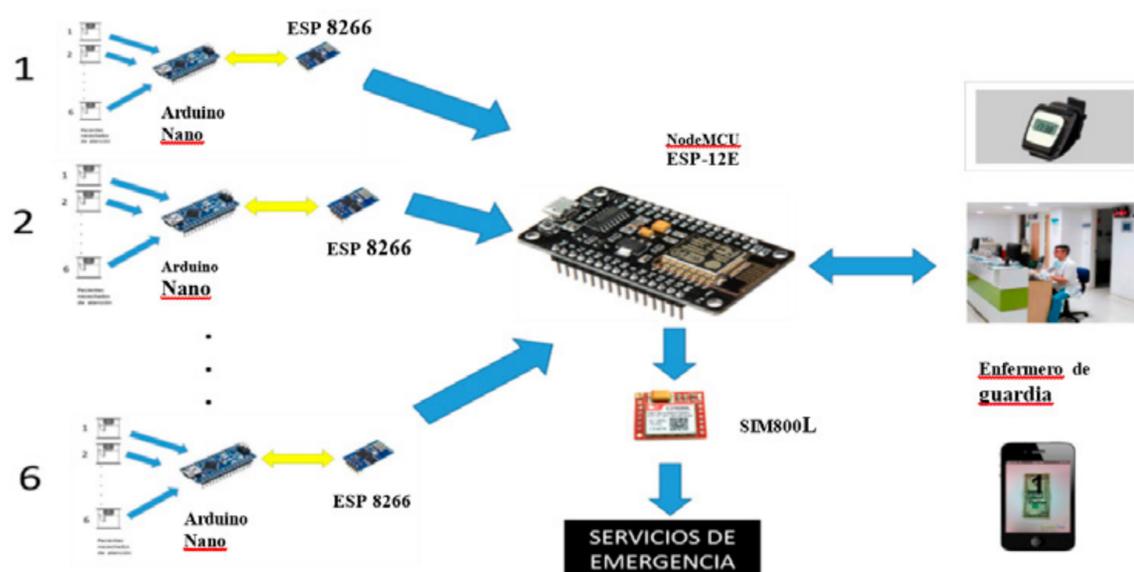


Figura 11. Diagrama en bloques general del sistema de Atención Paciente-Enfermera.

Sistema doméstico por comando de voz (Rodríguez D., 2019), (Lecouteux B., 2011), (Hamill M., 2009)
El sistema se puede implementar de tres formas: con el *Shield* de reconocimiento de voz, con el reconocimiento de *Google* y de forma *offline*, utilizándose esta última variante que es la más

económica. En esta variante se deben obtener los paquetes de sintetizador de voz el dispositivo deberá tener la versión *Android* 4.1 o mayores. Se usó una arquitectura centralizada utilizando el *Arduino Mega*. La interfaz de usuario es un *smartphone* con una *app* diseñada en *App Inventor*. Se utilizaron los sensores de iluminación, distancia, de presencia, temperatura, humedad, y de llama, y los actuadores son relés. En la figura 12 se muestra el diagrama en bloques general del Sistema.

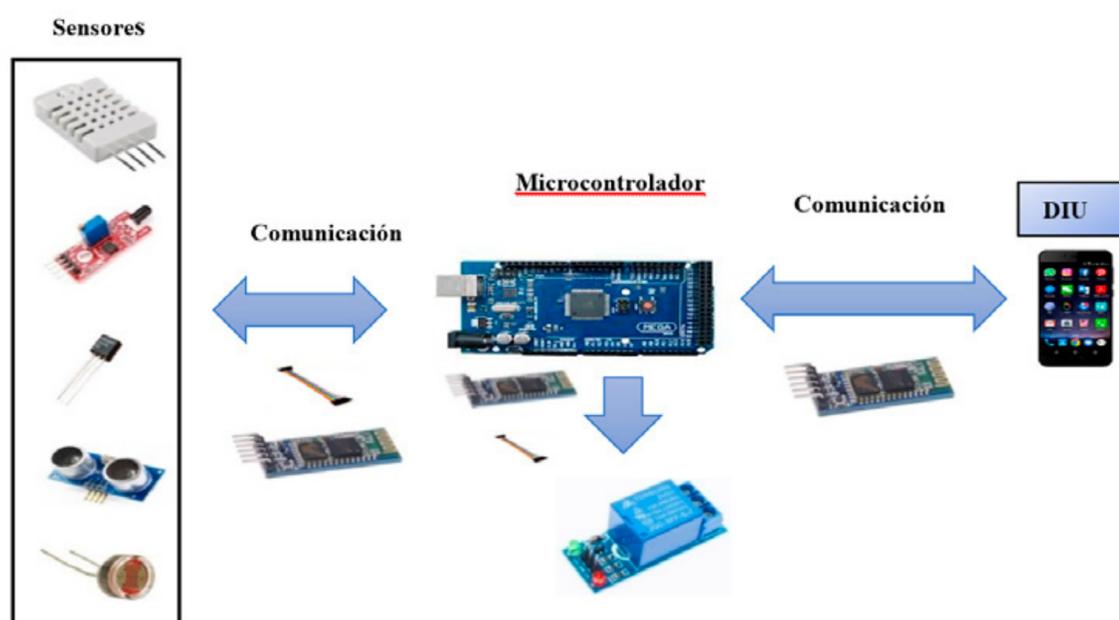


Figura 12. Diagrama en bloque general del sistema domótico por comando de voz propuesto en el trabajo.

Sistema de Iluminación Inteligente de Interiores (Batista, 2019), (Ahmad, 2016)

Sistema dirigido a la eficiencia energética y a proporcionar confort en un inmueble, y el objetivo es mostrar el diseño y construcción de un prototipo flexible y de costo reducido. El mismo tiene sensores capaces de detectar la presencia de una persona en un área determinada y el nivel de iluminación en un área determinada. Diseñado para controlar de varias lámparas de manera automática. También permite, a través de una *app Android* de fácil manejo, seleccionar la mezcla de color deseado y el brillo de las lámparas y monitorear el nivel de iluminación ambiental, vía *Bluetooth*. Además, puede simular presencia en el inmueble y se puede controlar las luces mediante el uso de la red *GSM*. También permite, utilizando el reloj de tiempo real del sistema, el control horario de las luces.

En la figura 13 se muestran las pantallas de la aplicación *Android*, que además apoya la explicación del sistema realizada anteriormente.

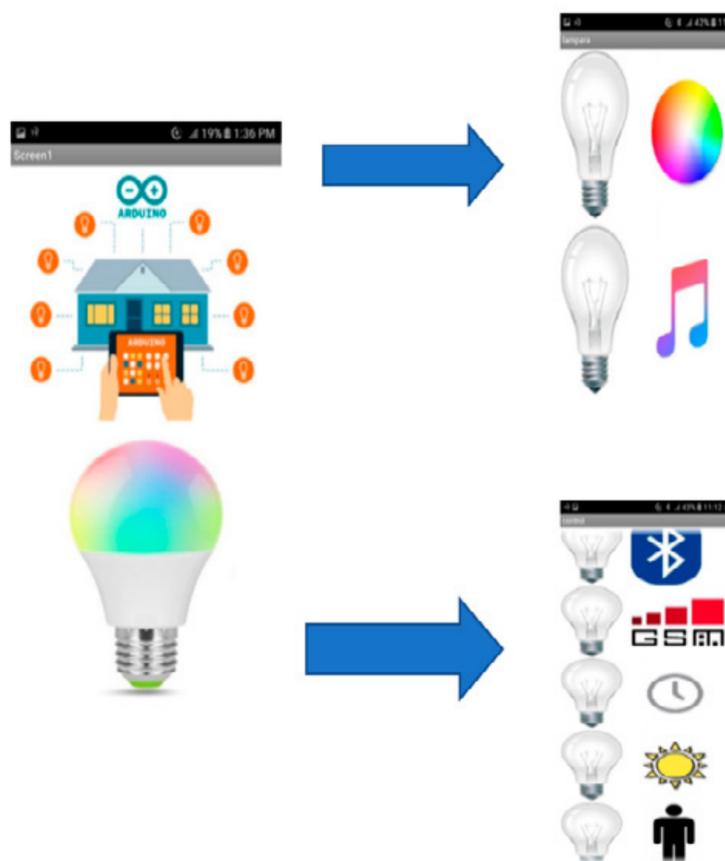


Figura 13. Pantallas de la aplicación Android del sistema que muestra la funcionalidad del sistema.

RESULTADOS

Dentro de las implementaciones desarrolladas por el grupo presentadas en el artículo, se tienen las relacionadas con sistemas domóticos que brindan la posibilidad de asistir a personas con diversidad funcional. También se desarrollaron sistemas domóticos como tal, que gestionan variables y eventos domésticos que constituyen los pilares conocidos de la domótica e inmótica.

Si bien estos trabajos aparecen en la literatura especializada, han constituido contribuciones importantes desde el punto de vista nacional y tienen el objetivo de promover el desarrollo de aplicaciones de *hardware* y *software* libre entre los desarrolladores del país.

Independientemente de que estas aplicaciones han tenido resultados satisfactorios, y de que constituirían un impacto importante en las aplicaciones prácticas nacionales relacionadas con la salud y la domótica, se destacan las asociadas al bastón para invidentes, el sistema de comunicación paciente-enfermera y el sistema domótico por comando de voz.

El resto de las aplicaciones que están relacionadas con la domótica, sobresalen las ligadas al ahorro de energía, agua, sistemas contra incendios y sistemas de control de luminarias, ya que representan un impacto también muy importante, y de impacto nacional.

CONCLUSIONES

Se presentaron diez aplicaciones en el área de domótica y salud. En la esfera de la domótica apuntaron a cubrir el apoyo a personas discapacitadas y a adultos mayores, y son de fácil implementación.

Todos los trabajos descritos son diseños, que, a pesar de aparecer en la literatura especializada, son aportes desde el punto de vista nacional, persiguiendo fomentar el desarrollo de este tipo de aplicaciones, que son implementadas con *hardware* libre a un costo reducido, y que son útiles, y de fácil implementación, en la solución de problemas importantes, con un gran impacto social.

AGRADECIMIENTOS

Es justo reconocer a profesionales del grupo y estudiantes que trabajaron desarrollando algunos de los trabajos mencionados en este artículo en sus tesis de diploma y de maestría.

REFERENCIAS

- A., G. (2010). *Diseño del control eléctrico para una red de agua contra incendio de un edificio inteligente de oficinas*. Instituto Politécnico Nacional.
- Ahmad. (Ago. de 2016). Light Dependent Resistor (LDR) Based Low Cost Light Intensity Measurement Circuit Design (LUX Meter). *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*.
- Aranda, D. (2014). *Electrónica: Plataformas Arduino y Raspberry Pi* (Vol. Colección: Manuales USERS). (F. A. S.A., Ed.)

- Batista, R. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de iluminación inteligente de interiores*. Tesis de Grado., Facultad de Telecomunicaciones, Cujae, Centro de Investigaciones en Microelectrónica, La Habana.
- Buchs. (2017). Waist-up protection for blind individuals using the EyeCane as a primary and secondary mobility aid. *Restorative neurology and neuroscience*, 35(2), 225-235.
- Cho. (2013). Usability and design guidelines of smart canes for users with visual impairments. *International Journal of Design*, 7, 99–110.
- Contreras, M. (2015). *Desarrollo e implementación de un sistema de medición, Monitorización y control de carga eléctrica para aplicaciones domésticas*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Cruz. (enero de 2019). Sistema electrónico de accionamiento inalámbrico para discapacitados usando dispositivos *Android*". *Revista de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones (RIELAC)*, 40(2).
- Cruz, J. (2019). Prototipo de sistema electrónico de apoyo a personas discapacitadas utilizando el acelerómetro de un móvil. *Revista de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones (RIELAC)*.
- Dhal, A. A. (2016). Smart Electronic Travel Stick for the Visually Challenged. *American Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 4(6), 177-181.
- Donate J, y. M. (2018). Sistema de monitorización domótico inalámbrico basado en Arduino (Tesis de grado). Habana.: Diploma Facultad Telecomunicaciones y Electrónica, Universidad Tecnológica de La Habana.
- Gómez. (2009). Sistema integral de llamado a enfermeras. *Tesis de Grado., Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Electrónica, Caracas, Venezuela*.
- Guacaneme G., P. D. (2016). Diseño e implementación de un sistema de medición de consumo de energía eléctrica y agua potable remoto con interacción al usuario basado en el concepto "Internet de las cosas". *Universidad Distrital Francisco José Caldas*.
- G., P. D. (2016). Diseño e implementación de un sistema de medición de consumo de energía eléctrica y agua potable remoto con interacción al usuario basado en el concepto "Internet de las cosas". *Universidad Distrital Francisco José Caldas*.
- Hamill M., e. a. (2009). Development of an automated speech recognition interface for personal emergency response systems. *J. NeuroEngineering Rehabil*, 6.
- Khan, S. K. (2018). Technology-assisted white cane: evaluation and future directions. *PeerJ*, 6. (D. o. Science, Ed.)
- Kumar, M. F. (2017). Study on the Potential of *Azolla pinnata* as livestock Feed Supplement for climate Change adaptation and Mitigation. *Asian J. Adv. Basic Sci* 2(3), 65-68.
- Larousse. (1988). *Enciclopedia Científica en color*. México: Larousse.
- Lecouteux B., e. a. (2011). Distant Speech Recognition in a Smart Home: Comparison of Several Multisource ASRs in Realistic Conditions. *Interspeech 2011*. Florencia, Italia.
- Loachmin. (2015). *Implementación de un sistema de administración remota para el proceso de obtención de datos del sistema OBD-II de un automóvil*. Escuela Politécnica Nacional.

- López, A. (2010). *Diseño del control eléctrico para una red de agua contra incendio de un edificio inteligente de oficinas*. Quito, Ecuador.: Instituto Politécnico Nacional.
- M., W. D. (2015). Learning MIT App Inventor. *A Hands-On Guide to Building Your Own Android Apps*, ed. Pearson Education, Inc., ISBN-13: 978-0-133-79863-0.
- Monroy, e. a. (2015). *Implementación de una Red Wpan para control de ocupación de mesas en un restaurante*. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad profesional “Adolfo López Mateos” Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica. México.
- Moreno R., A. (2016). Desarrollo de aplicaciones para Android usando MIT App Inventor 2”. Recuperado de <http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/LENGUAJES/Usando-MIT-App-Inventor-2.pdf>.
- RAM. (2016). Electronics Integrated Solutions at One Place, Bluetooth Transceiver RF Module. *Wireless Serial TTL V1.05 Manual*, disponible en: www.EMARsociety.com.
- RAM Electronics Integrated Solutions at One Place, Bluetooth Transceiver RF Module Wireless. *Serial TTL V1.05 Manual*, disponible en: www.EMARsociety.com
- Rodríguez D. (2019). *Diseño de un sistema domótico basado en el reconocimiento de voz y orientado a personas con diversidad funcional*. Tesis de Grado., Facultad de Telecomunicaciones y Electrónica, Centro de Investigaciones en Microelectrónica, La Habana.
- Romero. (2010). *Domótica e Inmótica. Viviendas y Edificios inteligentes*. 3ra. ed. Ra-Ma.
- Romero, C. (2010). *Domótica e Inmótica*. Madrid, España,; Ra-Ma 2010.
- Rosas López, J. (2011). El Internet de las cosas. En un mundo conectado de objetos inteligentes. *XV Future Trends Forum (FTF)*; Madrid, España: Fundación de la Innovación Bankinter;
- Rose K., E. S. (2015). *La Internet de las cosas-Una breve reseña*. Ginebra, Suiza.: ; Internet Society.
- Satpute, M. M. (2017). Smart Cane for Visually Impaired Person by Using Arduino. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 3(5), 1104-1108.
- Smith . (2011). *Introducción to Arduino*. Alan G. Smith.
- Torres, N. (2016). *Diseño de un sistema domótico para el Monitorización de consumo de energía en el hogar*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Valverde. (2014). *Monitorización vehicular mediante módulos GPS y GPRS controlados por Intel Galileo*. Costarrica: Universidad de Costarrica.
- Viña. (2018). Sistema de comunicación paciente-enfermera. Facultad de Telecomunicaciones, Universidad Tecnológica de La Habana, La Habana.
- Wlater, y. S. (2015). *Learning MIT App Inventor. A Hands-On Guide to Building Your Own Android Apps*, ed. Pearson Education, Inc., ISBN-13: 978-0-133-79863-0.
- Zapatán. (2016). *Diseño de un prototipo para un sistema de llamado a enfermería a través de una red zigbee*. Universidad Politecnica Salesiana., Cuentca, Ecuador.

