



## Sistema web orientado a la movilidad de personas con discapacidad

## Web system oriented toward the mobility of people with disabilities

### AUTOR

**Thayri Carolina Oña Reyes**  
Universidad Internacional La Rioja  
México-Ciudad de México  
[thayrionareyes@hotmail.com](mailto:thayrionareyes@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0006-0564-8166>

|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Como citar:<br>Oña Reyes, T. C. (2025). Sistema web orientado a la movilidad de personas con discapacidad. <i>Revista Internacional De Investigación Y Desarrollo Global</i> , 4(3), 62–80. | Fecha de recepción: 2025-06-15<br>Fecha de aceptación: 2025-07-15<br>Fecha de publicación: 2025-08-15 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|



---

## Resumen

La presente investigación aborda el diseño e implementación de un sistema domótico de bajo costo orientado a mejorar la calidad de vida de personas con paraplejia, utilizando plataformas de hardware y software libre como Arduino y Raspberry Pi. El sistema desarrollado permite la automatización y el control remoto de dispositivos eléctricos mediante una aplicación móvil, incorporando funcionalidades como iluminación, ventilación, detección de fugas de gas, control de temperatura y envío de alertas al usuario. El prototipo fue validado a través de pruebas alfa y beta, demostrando ser funcional, accesible y adaptable a las necesidades de los usuarios finales. Los resultados evidencian que la interacción humano-computador aplicada a sistemas embebidos constituye una solución eficaz para promover la independencia, seguridad y autonomía de personas con movilidad reducida, particularmente en contextos de limitaciones económicas como el ecuatoriano.

**Palabras clave:** interacción humano-computador, domótica, paraplejia, sistemas embebidos, accesibilidad tecnológica.

---

## Abstract



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

This research addresses the design and implementation of a low-cost home automation system aimed at improving the quality of life of people with paraplegia, using open-source hardware and software platforms such as Arduino and Raspberry Pi. The developed system enables automation and remote control of electrical devices through a mobile application, incorporating functionalities such as lighting, ventilation, gas leak detection, temperature control, and user alert notifications. The prototype was validated through alpha and beta testing, proving to be functional, affordable, and adaptable to the needs of end users. The findings show that human-computer interaction applied to embedded systems provides an effective solution to promote independence, safety, and autonomy for people with reduced mobility, particularly in economically constrained contexts such as Ecuador.

**Keywords:** human-computer interaction, home automation, paraplegia, embedded systems, technological accessibility.

## Introducción



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

La interacción humano computador juega un rol muy importante en la vida cotidiana, ya que, con los avances tecnológicos, los aparatos electrónicos han ido surgiendo para facilitar las actividades y mejorar la calidad de vida de los usuarios, es con estos cambios que se genera el control automatizado de dispositivos electrónicos a través de los dispositivos móviles, estos desafíos se denotan en la publicación “Home Control via Mobile Devices: State of the Art and HCI Challenges under the Perspective of Diversity”(Gomes Sakamoto et al., 2014).

La investigación desarrollada dentro de este trabajo está enfocada a las necesidades de personas con paraplejia, el termino paraplejia fue conceptualizado en trabajos previos (Baker et al., 2012) donde se afirma que, con la paraplejía, el funcionamiento del brazo se libera, pero dependiendo del nivel de la lesión de la médula espinal, el tronco, las piernas y los órganos pélvicos pueden estar involucrados. Un individuo con paraplejia es incapaz de caminar y en su mayoría se encuentran en silla de ruedas.

En la actualidad la automatización y el control de procesos que proporcionen seguridad a personas con paraplejia dentro de sus hogares, es una necesidad que crece de forma acelerada.

A nivel mundial se han realizado diversas investigaciones llegando a avances tecnológicos importantes para solucionar los problemas de movilidad de las personas con paraplejia. Se puede mencionar la investigación “Ontology-Driven Instant Messaging-Based Dialogue System for Device Control” (Noguera-arnaldos & Rodriguez-garcía, 2015), donde se desarrolló una interfaz de comunicación que proporciona un sistema de diálogo en lenguaje natural basado en ontologías la cual permite a los usuarios interactuar con diferentes dispositivos a través de servicios de mensajería instantánea de forma rápida e intuitiva, mejorando el rendimiento y la comodidad de entornos inteligentes, mejorando así la calidad de vida de los usuarios.

Cabe mencionar que inclusive se ha utilizado el concepto de Inteligencia Artificial para crear tecnología que ayude a la rehabilitación de las personas con determinada discapacidad y a su vez mejore su calidad de vida(Zhang, 2012).

En el Ecuador aproximadamente 418.001 personas con discapacidad se encuentran registradas en el Consejo Nacional para la igualdad de discapacidades(Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades / Dirección de Gestión Técnica & Fuente: Ministerio de Salud Pública de Ecuador, 2017), de las cuales 196.758 reportan una discapacidad

física de las que 148.487 son personas con discapacidad física laboralmente inactiva según las estadísticas realizadas a febrero del 2017. Estas personas tienen muchos inconvenientes debido a su poca movilidad y la falta de ingresos económicos, es por ello que el Gobierno les otorga un bono monetario mensual, así como asistencia médica y especializada. Adicionalmente 9 de cada 10 ecuatorianos poseen al menos un teléfono celular de los que el 52.9% son Smartphone y el 36% de los hogares poseen internet. De allí nace la necesidad de crear un sistema embebido al alcance de la economía ecuatoriana para mejorar la calidad de vida de las personas con paraplejia.

La finalidad de esta investigación es utilizar la tecnología existente para mejorar la movilidad de las personas paraplégicas, apoyados por sistemas embebidos (Marwedel, 2006) compuestos por hardware y software de control, de costos aceptables debido a que no todos tienen el poder adquisitivo para implementarlo en su hogar u oficina.

Para efectos de este artículo se trabajó con las personas que asisten a la Sociedad Ecuatoriana Pro-Rehabilitación de los lisiados (SERLI, 2017), donde se logró analizar las necesidades de los individuos con paraplejia que asisten a este lugar.

Son múltiples los factores que pueden caracterizar las formas de vida de las personas hoy en día, como ejemplo, adultos mayores que viven solos, población con algún tipo de discapacidad y que viven de forma independiente, incluso la necesidad de utilizar mejor el tiempo. Es así como, labores tan comunes como abrir o cerrar una ventana o puerta se convierten en un problema para personas con paraplejia.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se recabo información de las actividades que realizan las personas con paraplejia dentro de su hogar o entorno y esto nos permitió determinar cuáles son sus requerimientos o necesidades de automatización.

En este artículo presentamos un sistema de redes de sensores inalámbricos de monitorización, desarrollado con módulos Arduino, Raspberry, Sensores y Servomotores.

Se demuestra en este documento cómo ha sido diseñada una solución tecnológica de costo mínimo que funciona conectada a una aplicación móvil que permite controlar las luces del entorno del usuario, en caso de fuga de gas se emite una señal de alerta y un correo electrónico, controla la temperatura de la habitación conectada a dispositivos inteligentes, para otorgar mediante estas funciones movilidad al usuario.

En el desarrollo de la aplicación se utilizó Android Studio 4.0 para obtener el APK, para programación de los dispositivos inteligentes domóticos se utilizó Python, además de Java JDK y JRE.

La aplicación se desarrolló, utilizando dispositivos inteligentes domóticos, para su demostración se instalaron los dispositivos en un prototipo donde se demuestra el uso de la aplicación en las diferentes áreas, tomando en cuenta el rendimiento del modelo de red doméstica inteligente utilizada (Kevin et al., 2016).

Este documento está estructurado de la siguiente forma, trabajos relacionados, diseño e implementación del prototipo donde se detalla su arquitectura, resultados analizados en base la población y estrato social en el Ecuador y conclusiones de la investigación.

## Trabajos relacionados



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Para esta propuesta de investigación se ha tomado como referencia conceptos y estudios relacionados con proyectos que se hayan aplicado a personas con paraplejia, de esta forma podemos mencionar la investigación “Implementing technology-based embedded assessment in the home and community life of individuals aging with disabilities: a participatory research and development study” (Chen et al., 2014) donde se ha demostrado la exactitud, la viabilidad y la aceptabilidad de un sistema de seguimiento de ubicación combinado interior-exterior para la personas con discapacidades físicas mediante la aplicación UbiTrak.

En diversas investigaciones hemos encontrado que la automatización casera permite controlar un sin número de aparatos electrónicos, tomando en cuenta que una de las prioridades de esta tecnología es contribuir a la seguridad y ayudar tanto a personas con discapacidad como a ancianos(Baladrón et al., 2010) por ejemplo podemos citar el documento “Home Automation and Security System Using Android ADK”(Deepali Javale ; Mohd. Mohsin ; Shreerang Nandanwar ; Mayur Shingate, 2013)

La solución tecnológica planteada en este documento se representa como una oferta eficaz desde el punto de vista social, en este contexto, se encuentra el artículo de investigación “A Cloud Robotics Solution to Improve Social Assistive Robots for Active and Healthy Aging” en cuyo trabajo se investigan y evalúan las potencialidades de un sistema robótico de nube para el suministro de servicios de asistencia para la promoción del envejecimiento activo y saludable, los resultados del mismo confirmaron la validez de la solución, pero también sugirieron una investigación más profunda sobre la fiabilidad de las tecnologías de comunicación adoptadas en este tipo de sistemas(Bonaccorsi et al., 2016).

Otro trabajo que podemos mostrar es “Internet of Things: Ubiquitous Home Control and Monitoring System using Android based Smart Phone”(Piyare, 2013) donde se presenta un sistema muy parecido al presentado en este artículo, resaltando el control y monitoreo doméstico de bajo costo y flexible utilizando un servidor de micro-web incorporado, con conectividad IP para acceder y controlar sensores remotamente usando una aplicación de teléfono inteligente basada en Android.

La implementación de la automatización a través de sistemas domóticos basados en wifi, se viene investigando desde hace varios años (Alheraish, 2004)(Caytiles & Park, 2012)(Santoso & Vun, 2015)(Rathnayaka et al., 2011) por lo que adicional a las



investigaciones podemos encontrar que en la actualidad se realizan este tipo de implementaciones a nivel comercial, con un costo bastante elevado.

La importancia de diseñar modelos informáticos basados en dispositivos con sistemas y dispositivos integrados principalmente para permitir la comunicación entre el hombre y la máquina es la base de esta propuesta, lo que permite tomar como referencia “Intelligent system (HCI) for people with motor misabilities“ (Lancheros-Cuesta et al., 2015) y a su vez resaltando que la mayor parte de documentos utiliza sistemas embebidos para integrar plataformas de hardware y software bajo las necesidades de los usuarios (Mulfari et al., 2014).



## Material y métodos

### 1 Diseño e Implementación

El presente apartado tiene como objetivo principal describir como se realizó la implementación de la aplicación móvil que gestiona dispositivos inteligentes domóticos. Con el diseño de esta propuesta, algunas actividades que requerían de mucho tiempo y esfuerzo, serán automatizadas se obtiene un sistema que incorpora hardware y software libre de bajo costo.

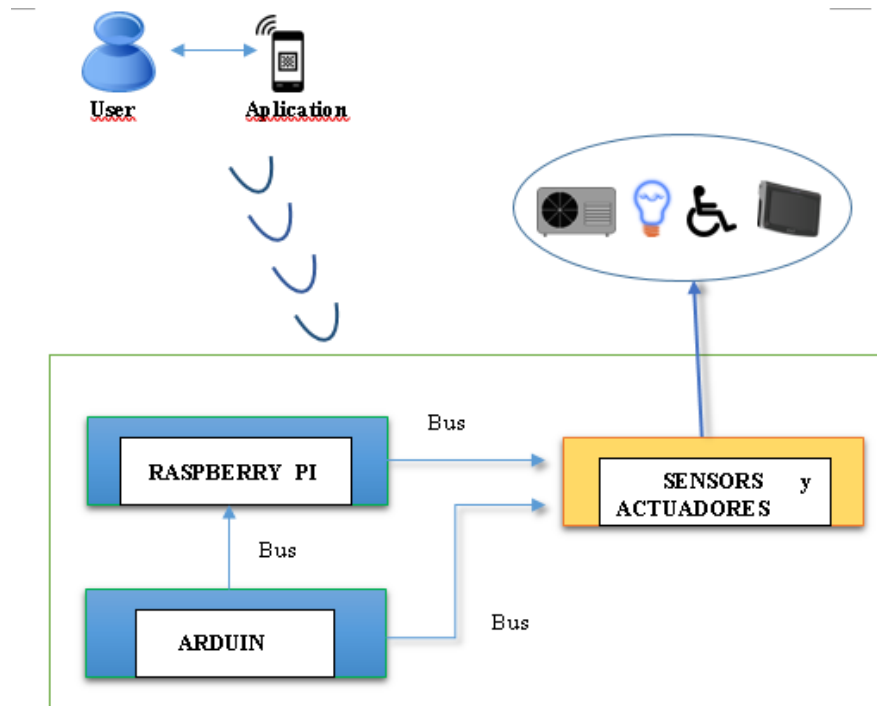
#### 1.1 Arquitectura del Hardware

Una red de sensores consiste en un grupo de sensores inteligentes que están conectados por cable o inalámbricamente a otro sensor inteligente. En terminología de redes, cada componente de la red que tiene un módulo se llama un nodo (McGrath & Scanail, 2013). El sistema se compone de los siguientes módulos: un componente hardware-software, y una interfaz para usuarios.

Al utilizar Arduino es tanto software como hardware, los entornos de desarrollo, lenguaje de programación y las placas en las que se ejecutan trabajan de forma segura tanto la compatibilidad como en la sencillez de desarrollo sobre ellas; además fácil de adaptar por su desarrollo multiplataforma que trabaja en diferentes sistemas operativos como LINUX, Windows, MAC entre otros.

La arquitectura utilizada en el hardware tomada como referencia la de Yomo (Klemenjak et al., 2016), consiste en obtener un sistema que combine hardware de bajo costo y que cumpla con requisitos como la medición en tiempo real, permitiendo ajustar la frecuencia de muestreo utilizada y la capacidad de mostrar datos medidos al usuario. En la figura 1 se muestra un esquema de la arquitectura donde de forma general se puede representar la interacción del hardware utilizado.

**Figura. 1.** System Arduino board and Raspberry Pi form



Fuente: autor

El producto se desarrolla a través de iteraciones donde cada iteración involucra tareas de análisis, diseño e implementación. Las fases de estudio y análisis sólo dieron una arquitectura básica que es aquí refinada de manera incremental conforme se construye (se permiten cambios en la estructura).

## Resultados.

### Componentes Importantes .

A continuación, se detallan los componentes importantes que han sido utilizados como base del prototipo:

#### *Sensor de gases .*

El detector de gas (Maier et al., 2016) garantiza que cualquier sitio posea un nivel de seguridad cuando detecta un nivel alto de gas comunicando al usuario. Por tal motivo debe tener una alta sensibilidad y con un tiempo de respuesta rápido.

#### *Sensor infrarrojo.*

Utilizado en algunos ambientes, de tal manera que si detecta suficientes movimientos se leerá un valor, por ejemplo para encender luces, aire acondicionado o dependiendo de la necesidad.

#### *Tarjeta Raspberry pi 3 con cámara SD y cargador (raspberry pi kit).*

El Raspberry Pi (Llanos, 2014) es un tablero de computadora de tamaño de tarjeta de crédito compuesto por un SoC tipo ARM y un tablero que incluye todas las interfaces de E / S y almacenamiento necesarias para uso práctico, incluyendo salida HDMI, uno o dos puertos USB, - Puerto Ethernet, ranura para una tarjeta de memoria SD, e incluso una salida de vídeo para conectar el sistema a un televisor analógico.

De la misma manera resuelve el problema de las comunicaciones remotas (Reguera et al., 2015) que se presenta en Arduino aprovechando todas las capacidades en una conectividad abierta.

Raspberry funciona como un computador personal que requiere un teclado para la entrada de comandos, y cuando no se necesitan periféricos funciona como un Servidor Web (Vujovi?? & Maksimovi??, 2015), en otras palabras, Raspberry Pi encaja perfectamente como un servidor que está trabajando con toda la red de dispositivos de clientes.

#### *Arduino uno.*

El hardware básico (Guerreiro et al., 2014) consiste en una unidad de microcontrolador (MCU) basada en un 8 bits Atmel AVR Reduced Instruction Set Computer (RISC) (por ejemplo, las versiones Arduino Pro Mini y Uno) que funcionan a una velocidad de reloj de hasta 8 / 16MHz, con 32kB de memoria flash (0.5kB son utilizados por el gestor de arranque) y 2kB de memoria estática de acceso aleatorio (SRAM). Además, ha incluido

a bordo, como características estándar, 11 pines digitales que se pueden configurar como entrada o salida

Otra característica importante de la plataforma Arduino es la Bootloader que se ejecuta en el microcontrolador, lo que le permite ser reprogramado a través de un convertidor USB a serie.

Las tarjetas estándar tienen un regulador de voltaje, y pueden ser alimentadas usando una fuente USB o DC para la programación.

En Arduino (Bajer & Krejcar, 2015) todos los procesos de cómputo y comunicación excepto Ethernet son manejados por el microcontrolador, adaptado para la expansión modular y por lo tanto es también la base para futuras extensiones.

*Servo motor (Gear Servo Motor de metal).*

Es un pequeño motor que tiene la posibilidad de moverse en diferentes direcciones y ángulos (Soriano et al., 2014), logrando mantener una estabilidad apropiada. Utilizando la plataforma propuesta se puede realizar una variedad de tareas tales como la aplicación de filtros o la velocidad y el control de posición.

*Alarmas Buzzer (buzzer).*

*Cables (jumper male to male, female to female).*

Cable Ethernet

Cámaras USB

Leds o focos

Fuente de poder

### **Desarrollo de la aplicación**

A continuación, se describe la metodología empleada para el desarrollo de la aplicación móvil que permita controlar los sensores conectados al prototipo dirigida a personas que tienen la discapacidad motriz conocida como paraplejía.

Considerando las estadísticas se detecta la necesidad de desarrollar la aplicación móvil con tecnología Android y se definieron los módulos a desarrollar en la aplicación móvil, los cuales son: Ubicación, Actividades, Iluminación, Ventilación, Alerta, Mi silla. Para ello se presenta a continuación el diagrama del caso de Uso de manera global de la aplicación, junto con los actores principales que interactúan con el sistema, figura 2.

Figura. 2. Esquema de vivienda



Fuente: autor

Este proyecto pretende la implementación de la capa de servicios para nuestra aplicación móvil, que se adapta de manera óptima a los usuarios con este tipo de discapacidad tal como es la paraplejia, teniendo claro que la correcta ejecución de la aplicación depende de la conexión y configuración correcta de los dispositivos inteligentes domóticos que se requieran utilizar. Las técnicas de pruebas que se emplearon son las pruebas alfa y beta para el funcionamiento, estas técnicas de prueba son un mecanismo de gran importancia, que nos permiten asegurar la calidad del software. Pueden ser realizadas en ambientes controlados por personas o técnicos especializados por el cual se la denomina pruebas alfa. Luego de esto se realizan validaciones del producto con la intervención de usuarios finales, y a este procedimiento se le denomina pruebas beta.

La aplicación se desarrolló bajo la plataforma Android versión 4 conocida como Ice Cream Sandwich, el cual incluye un conjunto completo de librerías de desarrollo tales como media framework, representación gráfica en 3D, webkit, SGL (acelerador de hardware), base de datos SQLite y tipos de fuentes bitmap. Como entorno de desarrollo se utiliza Python el cual es un lenguaje script independiente de plataforma y orientado a objetos.

El sistema proporciona al usuario las siguientes funcionalidades:



Conexión remota (a través de Internet) del Smartphone a los sensores distribuidos en la casa, el cual requiere servidor real, IP y autenticación de usuario;

Control y monitorización de dispositivos tales como encender/apagar la luminaria, la ventilación del cuarto y el acercamiento de la silla hacia la persona.

Activación de sensores el cual controla la fuga de gas y de humedad del ambiente.

Ubicación de la persona mediante la activación de gps y almacenamiento de fotos que se envían al email del usuario.



---

## Conclusiones

El desarrollo de un sistema domótico de bajo costo, basado en plataformas abiertas como Arduino y Raspberry Pi, demuestra que la tecnología puede adaptarse de manera eficaz a las necesidades de personas con discapacidad motriz, particularmente aquellas con paraplejía. La propuesta presentada integra hardware y software libre para ofrecer soluciones de automatización que no solo optimizan el entorno doméstico, sino que también promueven la independencia y la seguridad de los usuarios.

Los resultados obtenidos evidencian que mediante una interfaz móvil intuitiva es posible controlar funciones esenciales del hogar, tales como la iluminación, ventilación, monitoreo de fugas de gas y alarmas de seguridad, lo cual representa un avance significativo en la mejora de la calidad de vida de esta población. El sistema validado en fases alfa y beta con usuarios finales demostró ser funcional, viable y adaptable a diferentes necesidades.

A nivel social, la investigación subraya la importancia de diseñar soluciones accesibles y económicamente sostenibles, considerando que gran parte de la población con discapacidad en Ecuador enfrenta limitaciones económicas. La disponibilidad de dispositivos móviles inteligentes y el acceso creciente a Internet en los hogares constituyen condiciones favorables para la implementación de este tipo de tecnologías en contextos reales.

Finalmente, se resalta que la interacción humano-computador aplicada a sistemas embebidos abre nuevas perspectivas en la inclusión social, la autonomía personal y la rehabilitación asistida por tecnología. No obstante, se recomienda ampliar futuros trabajos hacia la integración con inteligencia artificial y servicios en la nube, lo que permitiría un monitoreo más avanzado y una personalización dinámica de las funciones, consolidando así un ecosistema domótico inclusivo y escalable.

## Referencias bibliográficas

- Alheraish, A. (2004). Design and implementation of home automation system. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 50(4), 1087–1092. <https://doi.org/10.1109/TCE.2004.1362503>
- Bajer, L., & Krejcar, O. (2015). Design and realization of low cost control for greenhouse environment with remote control. *IFAC-PapersOnLine*, 28(4), 368–373. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.07.062>
- Baker, J. S., Grace, F., Kilgore, L., Smith, D. J., Norris, S. R., Gardner, A. W., Ringseis, R., Eder, K., Shephard, R. J., Kokkinos, P., Lee, R. E., Ho, A., Markovic, G., MacIntosh, B. R., Nollet, F., Barakat, R., Silva, M. N., Teixeira, P. J., Hassmén, P., ... Haverkamp, H. C. (2012). Paraplegia. In *Encyclopedia of Exercise Medicine in Health and Disease*. Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-29807-6\\_2834](https://doi.org/10.1007/978-3-540-29807-6_2834)
- Baladrón, C., Aguiar, J. M., Gobernado, J., Carro, B., & Sánchez, A. (2010). User-driven context aware creation and execution of home care applications. *Annales Des Telecommunications/Annals of Telecommunications*, 65(9–10), 545–556. <https://doi.org/10.1007/s12243-010-0164-4>
- Bonaccorsi, M., Fiorini, L., Cavallo, F., Saffiotti, A., & Dario, P. (2016). A Cloud Robotics Solution to Improve Social Assistive Robots for Active and Healthy Aging. *International Journal of Social Robotics*, 8(3), 393–408. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0351-1>
- Caytiles, R. D., & Park, B. (2012). Mobile IP-based architecture for smart homes. *International Journal of Smart Home*, 6(1), 29–36.
- Chen, K.-Y., Harniss, M., Patel, S., & Johnson, K. (2014). Implementing technology-based embedded assessment in the home and community life of individuals aging with disabilities: a participatory research and development study. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 9(2), 112–120. <https://doi.org/10.3109/17483107.2013.805824>
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades / Dirección de Gestión Técnica, &

- Fuente: Ministerio de Salud Pública de Ecuador. (2017). *Estadísticas* | CONADIS. Ministerio de Salud Pública de Ecuador. <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>
- Deepali Javale ; Mohd. Mohsin ; Shreerang Nandanwar ; Mayur Shingate. (2013). Home Automation and Security System Using Android ADK. *International Journal of Electronics Communication and Computer Technology*, 3(2), 382–385. [http://www.ijecct.org/v3n2/\(382-385\)0302M22.pdf](http://www.ijecct.org/v3n2/(382-385)0302M22.pdf)
- Gomes Sakamoto, S., de Miranda, L. C., & Hornung, H. (2014). *Home Control via Mobile Devices: State of the Art and HCI Challenges under the Perspective of Diversity*. 501–512. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07446-7\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07446-7_49)
- Guerreiro, J., Lourenço, A., Silva, H., & Fred, A. (2014). Performance Comparison of Low-cost Hardware Platforms Targeting Physiological Computing Applications. *Procedia Technology*, 17, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.204>
- Kevin, K. M., Kogeda, O. P., & Lall, M. (2016). *Performance Optimization of Intelligent Home Networks*. 209–234. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-33124-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-33124-9_9)
- Klemenjak, C., Egarter, D., & Elmenreich, W. (2016). YoMo: the Arduino-based smart metering board. *Computer Science - Research and Development*, 31(1–2), 97–103. <https://doi.org/10.1007/s00450-014-0290-8>
- Lancheros-Cuesta, D. J., Marin, M. P., & Vela Saenz, Y. (2015). Intelligent system (HCI) for people with motor misabilities. In *Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170432>
- Llanos, D. R. (2014). Teaching “ Embedded Operating Systems ” using Raspberry Pi and Virtual Machines. *Universidad de Granada*, 4, 25–32.
- Maier, K., Helwig, A., & Müller, G. (2016). Room-temperature accumulation gas sensors with periodic reset Room-temperature accumulation gas sensors with periodic reset. *Sensors & Actuators: B. Chemical*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2016.12.119>
- Marwedel, P. (2006). Implementing Embedded Systems: Hardware/Software Codesign. In *Embedded System Design* (pp. 151–197). Springer US. <https://doi.org/10.1007/0->

- McGrath, M. J., & Scanail, C. N. (2013). Sensor Network Topologies and Design Considerations. In *Sensor Technologies* (pp. 79–95). Apress. [https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6014-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6014-1_4)
- Mulfari, D., Celesti, A., Fazio, M., Villari, M., & Puliafito, A. (2014). Using embedded systems to spread assistive technology on multiple devices in smart environments. *Proceedings - 2014 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, IEEE BIBM 2014*, 5–11. <https://doi.org/10.1109/BIBM.2014.6999234>
- Noguera-arnaldos, J. Á., & Rodríguez-garcía, M. Á. (2015). *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2015 Workshops* (I. Ciuciu, H. Panetto, C. Debruyne, A. Aubry, P. Bollen, R. Valencia-García, A. Mishra, A. Fensel, & F. Ferri (eds.); Vol. 9416). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26138-6>
- Piyare, R. (2013). Internet of Things : Ubiquitous Home Control and Monitoring System using Android based Smart Phone. *International Journal of Internet of Things*, 2(1), 5–11. <https://doi.org/10.5923/j.ijit.20130201.02>
- Rathnayaka, A. J. D., Potdar, V. M., & Kuruppu, S. J. (2011). Evaluation of wireless home automation technologies. *IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 5(June), 76–81. <https://doi.org/10.1109/DEST.2011.5936601>
- Reguera, P., García, D., Domínguez, M., Prada, M. A., & Alonso, S. (2015). A Low-cost Open Source Hardware in Control Education. Case Study: Arduino-Feedback Ms-150. *IFAC-PapersOnLine*, 48(29), 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.11.223>
- Santoso, F. K., & Vun, N. C. H. (2015). Securing IoT for smart home system. *2015 International Symposium on Consumer Electronics (ISCE), 2015-Augus*, 1–2. <https://doi.org/10.1109/ISCE.2015.7177843>
- SERLI. (2017). *SERLI - Sociedad Ecuatoriana Pro Rehabilitacion de Lisiados*. <http://www.serli.org.ec/>



- Soriano, A., Marín, L., Vallés, M., Valera, A., & Albertos, P. (2014). Low Cost Platform for Automatic Control Education Based on Open Hardware. *{IFAC} Proceedings Volumes*, 47(3), 9044–9050. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3182/20140824-6-ZA-1003.01909>
- Vujovi?, V., & Maksimovi?, M. (2015). Raspberry Pi as a Sensor Web node for home automation. *Computers and Electrical Engineering*, 44, 153–171. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2015.01.019>
- Zhang, X. (2012). Intelligent Assistive and Robotics Development in China. *Mechanical Engineering and Technology*, 97–106. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27329-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27329-2_14)

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés

