

04

Fecha de presentación: febrero, 2023

Fecha de aceptación: abril, 2023

Fecha de publicación: junio, 2023

IMPLEMENTACIÓN

DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA PROMOVER LA AUTONOMÍA Y LA INCLUSIÓN SOCIAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

IMPLEMENTATION OF A HOME AUTOMATION SYSTEM TO PROMOTE THE AUTONOMY AND SOCIAL INCLUSION OF PEOPLE WITH DISABILITIES

Walter Vinicio Culque Toapanta¹

E-mail: ua.walterculque@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3421-2306>

Fausto Alberto Viscaino Naranjo¹

E-mail: ua.faustoviscaino@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1760-6992>

Luis Antonio Llerena Ocaña¹

E-mail: ua.luisllerena@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6440-0167>

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes Ambato. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Culque Toapanta, W. V., Viscaino Naranjo, F. A., & Llerena Ocaña, L. A. (2023). Implementación de un sistema domótico para promover la autonomía y la inclusión social de personas con discapacidad en el conjunto habitacional el Garrochal de Quito. *Universidad y Sociedad*, 15(S2), 37-43.

RESUMEN

El presente estudio se centra en el desarrollo de un prototipo de sistema automatizado activado por voz que permitirá gestionar las funciones clave de una residencia mediante el uso de tecnologías pioneras que han ganado una importante aceptación social en los últimos años. La línea de investigación elegida se centra en el ámbito de la automatización y el control, y su principal objetivo es abordar la cuestión planteada por la siguiente pregunta científica: ¿Cómo se puede mejorar el control básico de los dispositivos para los servicios básicos en los hogares de las personas con problemas de visión y movilidad en el complejo de viviendas El Garrochal en Quito? La recolección de datos para este estudio se llevó a cabo mediante una metodología cuantitativa y cualitativa que implicó hablar con el presidente de la asociación de vivienda El Garrochal de Quito y realizar encuestas a los propietarios de las viviendas que conforman esta asociación. La propuesta de investigación se basa en la aplicación de una metodología de desarrollo denominada Stage-Gate que se restringe por parámetros determinados en cada una de las siguientes fases: descubrimiento, alcance, caso de negocio, desarrollo, pruebas, validación y lanzamiento.

Palabras clave: Implementación, sistema domótico, autonomía, inclusión social, discapacidad

ABSTRACT

The main objective of the research project is the development of a prototype of an automated voice-controlled system through which the main functions of a home will be controlled, this will be achieved through new technologies that have been developed in recent years. and have been very well received in society. The prototype is based on the automation and control research line, it focuses on the research problem, having as a scientific problem How to improve the control of basic service devices within the homes of people with mobile and visual disabilities in the whole? El Garrochal housing project in the city of Quito? The data collection was based on a qualitative-quantitative investigation with which information was collected based on the interview with the president of the El Garrochal complex in the city of Quito, as well as the surveys carried out with the owners of the houses in this complex. The proposal is based on the development with parameters of the Stage-Gate development methodology, which is made up of phases that make up discovery, scope, business case, development, testing, validation and launch.

Keywords: Implementation, home automation system, autonomy, social inclusion, disability

INTRODUCCIÓN

La domótica es una disciplina técnica, en efecto, que tiene una faceta social no menos importante, es la primera aproximación y a costa de simplificar tal vez en exceso, la domótica consiste en introducir infotecnología en los hogares para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y ampliar sus posibilidades de comunicación, automatizando procesos domésticos e intercomunicando tanto estos procesos como los residentes del hogar entre sí y con el exterior. (Domínguez & Vacas, 2019)

Se puede mencionar que la domótica ha evolucionado con el paso del tiempo, gracias a los avances tecnológicos, la aparición de nuevos dispositivos y la integración de sistemas. De acuerdo con la investigación realizada por (Junestrand et al., 2004), “la domótica ha avanzado notablemente en los últimos años, convirtiéndose en una herramienta esencial para el control y gestión de la energía en los hogares, lo que permite un ahorro significativo de recursos y una mejora en la eficiencia energética” (p. 20).

Además, la domótica no solo mejora la eficiencia energética de los hogares, sino que también tiene un impacto positivo en la seguridad de los mismos. Según el estudio de (Morales, 2011), “los sistemas domóticos están diseñados para mejorar la seguridad de los hogares, mediante la integración de cámaras de seguridad, detectores de movimiento y otros dispositivos que alertan a los residentes en caso de situaciones de riesgo” (p. 34)

Otro aspecto importante de la domótica es su capacidad para mejorar la accesibilidad en los hogares. De acuerdo con la investigación realizada por (Morales, 2011), “la domótica puede ser una herramienta muy útil para mejorar la accesibilidad de las personas con discapacidad en los hogares, mediante la integración de dispositivos que les permitan controlar diversos aspectos del hogar con facilidad” (p. 12).

Se tiene entendido a prototipo como un proceso de aprendizaje y mejora continua del proyecto cuyo principal mecanismo es ensayo y error en un formato de bajo costo y riesgo medible, en condiciones reales y contenidas, en abundante interacción con el usuario como fuente de retroalimentación, y en el cual se considera al error como fuente de aprendizaje (Camburn et al., 2017)

El desarrollo de proyectos eficientes y efectivos es una tarea fundamental en diversas áreas del conocimiento. La creación de prototipos se ha posicionado como una estrategia fundamental en el proceso de aprendizaje y mejora continua de los proyectos.

El proceso de creación de un prototipo es una fase crucial en el desarrollo de cualquier proyecto. Según (Camburn et al., 2017), “el prototipo es una herramienta fundamental que permite a los diseñadores y desarrolladores iterar y mejorar constantemente su proyecto mediante la identificación de errores y la retroalimentación del usuario” (p. 57). En este proceso, se considera al error como una fuente de aprendizaje, lo que permite a los diseñadores y desarrolladores mejorar el proyecto y optimizar su funcionamiento.

Además, el prototipo permite realizar pruebas en condiciones reales y contenidas, lo que reduce el riesgo y los costos asociados al proyecto. Esto permite a los desarrolladores y diseñadores obtener una retroalimentación más precisa y detallada del usuario, lo que a su vez mejora la calidad del producto final.

La interacción con el usuario también es un aspecto fundamental en el proceso de creación de prototipos. Según los estudios de (Yoon et al., 2016), “la interacción con el usuario es esencial en el proceso de creación de prototipos, ya que permite a los diseñadores y desarrolladores identificar las necesidades y expectativas del usuario, lo que a su vez mejora la usabilidad y la satisfacción del usuario” (p. 146).

La organización mundial de la salud dice que la discapacidad es el término genérico que incluye déficit, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre un individuo y sus factores contextuales. (Fernández-López et al., 2009)

De esta forma, podemos decir que la discapacidad no es solo una condición de salud propia de la persona, sino el resultado de la interacción entre las limitaciones humanas y el medio en el que nos desenvolvemos. (Fernández-López et al., 2009)

Las personas con discapacidades necesitan tener sistemas automatizados que son necesarios realizar en los hogares como iluminación, puertas, electrodomésticos, seguridad, puesto que en varias ocasiones existen problemas en los hogares de las personas con discapacidades no pueden solucionarles solas y necesitan ayuda de familiares o personas cercanas a su domicilio entre los principales problemas que tienen estas personas son:

- El mal uso de los servicios básicos en los hogares puede causar grandes pérdidas económicas e incluso materiales.
- La dificultad de movilizarse de un lugar a otro dentro del hogar debido a escalinatas, puertas, domicilios

que tienen varias plantas esto puede generar accidentes a las personas.

- La falta de seguridad que existe en los hogares de estas personas puede causar pánico incluso depresión al verse indefensos.

Posterior al análisis de la problemática se plantea la interrogante ¿Cómo mejorar el control de dispositivos de servicios básicos dentro de los hogares de personas con discapacidades móviles y visuales? Se plantea el presente objetivo, Desarrolló de un sistema domótico que facilite las diferentes tareas del hogar en las personas con discapacidades visuales y de movilidad del conjunto el Garrochal de la ciudad de Quito basado en la línea de investigación Automatización y Control.

MATERIALES Y METODOS

El dispositivo estudiado tiene las siguientes características Código Abierto.

El código abierto es una pieza clave para la extensión de valores transversales muy importantes en la sociedad informacional, además influye sobre todo tipo de valores cognitivos, pues las posibilidades de apropiación cognitiva de los recursos de la sociedad informacional se basan en la capacidad de comprender, aprender y modificar, el código abierto acompañado por la educación en tecnología es prerrequisito indispensable para ello. (Oreja, 2008)

El código abierto es un término que se utiliza para referirse a programas o software que son accesibles a cualquier usuario, permitiéndoles modificar, mejorar y redistribuir el mismo sin restricciones de propiedad intelectual. En este sentido, el presente estudio se centra en la importancia del código abierto en la sociedad informacional y su relación con la educación en tecnología. En este texto se ampliará sobre este tema y su relevancia en la actualidad.

Según los estudios de (Castells Olivan, 2009), “el código abierto representa una forma de trabajo colaborativa y de intercambio de conocimientos que está en la base de la cultura digital, fomentando valores como la creatividad, la innovación y la participación ciudadana” (p. 34). En este sentido, el código abierto contribuye a la democratización del conocimiento y fomenta la participación activa de los usuarios en la producción y distribución de información. (Feltre, 2008)

Entre sus Ventajas están:

- Existen para todas las plataformas.
- El usuario no depende del creador del software.
- Libertad de copia.

- Libertad de modificación.
- Mayor fiabilidad y seguridad.

Es un dispositivo de hardware libre que monta un microcontrolador en una placa de circuito impreso con los elementos necesarios para su funcionamiento y que dispone de un entorno de programación libre junto con un lenguaje de programación propio. (Torrente, 2013)

IDE Arduino son las siglas que corresponden a Entorno de Desarrollo Integrado “Integrated Development Environment”. Arduino posee su propio entorno de programación libre el cual permite trabajar con las diferentes placas de Arduino de forma fácil y sencilla, en el escribiremos el código que queramos que la placa de Arduino ejecute y una vez completo el código mediante un cable USB que se conecta directamente al ordenador y a la placa se carga el programa, para el uso del IDE de Arduino se lo puede hacer con la instalación del software en el ordenador o mediante el acceso a la plataforma online. (Torrente, 2013)

La placa de Arduino Nano es una placa con un tamaño muy reducido ya que solo tiene 8,5 x 43,2 mm y a pesar de su tamaño es muy completa. Esta placa cuenta con 22 pines además de tener una entrada mini-USB para poder cargar el código, así como el botón de reset. El microcontrolador es el ATmega328. (Aldea, 2016)

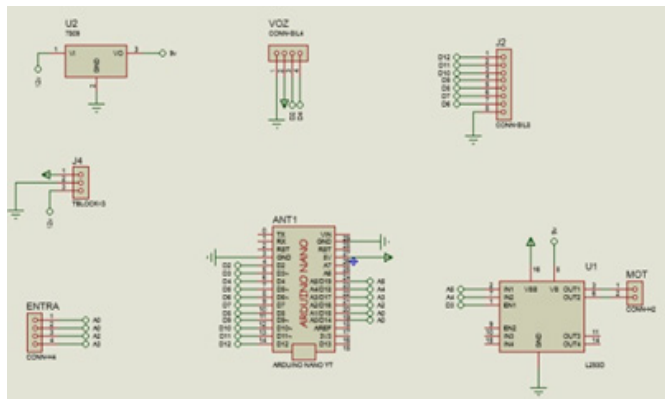


Figura 1 Esquema del Arduino Nano

Fuente: (Aldea, 2016)

Una vez testado el diagrama electrónico del prototipo, se continuo a realizar la placa del prototipo para que tenga un correcto funcionamiento, ubicando de manera ordenada y ahorrando espacio entre elementos electrónicos y de esta manera asegurando que la funcionalidad del circuito tendrá éxito.

El funcionamiento del sensor CNY70 está basado principalmente en la tecnología de infrarrojos ya que está constituido de un emisor y un receptor de infrarrojos, el emisor es el que enviará la señal en infrarrojos, esta se verá reflejada sobre el objeto y es recogida por el diodo receptor de infrarrojos, esto quiere decir que por medio de infrarrojos detectara colores como el blanco o negro entre otros. (López, 2021)

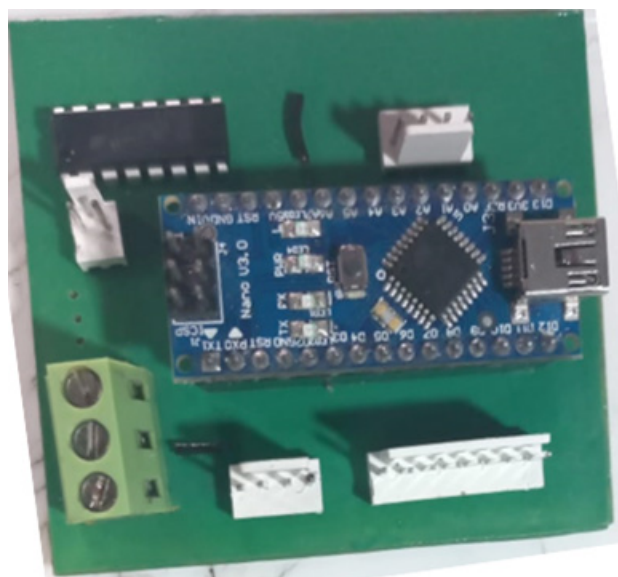


Figura N° 2 Sensor CNY70

Fuente: (López, 2021)

El ESP32-CAM es un dispositivo electrónico que está especializado para aplicaciones de cámara, este módulo tiene la opción de conexión a la placa de Arduino y para que sea útil se debe conectar a la red Wifi mediante la misma que recibirá las órdenes y emitirá la imagen. (Balasingam et al., 2022)

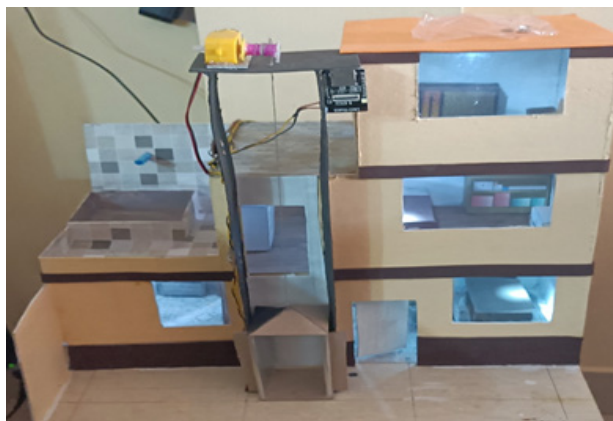


Figura N° 3 ESP32-CAM

Fuente: (Balasingam et al., 2022)

En la figura 2 se puede divisar el prototipo terminado, el cual cumplió con todas las pruebas que se sometió a lo largo del desarrollo; la casa automatizada está conformada por 3 plantas, en cada planta tiene automatizado la parte de los focos que están representados con led, dispone de un ascensor mismo que esta automatizado y para cumplir su función está conformado por un motor de corriente continua, la puerta tiene un motor que permite realizar la función de abrir y cerrar la puerta por medio de automatización y por ultimo tiene una mini bomba sumergible que automatiza la función de abrir y cerrar el agua

El entorno de diseño electrónico Proteus de Labcenter electronics ofrece a los usuarios la gran posibilidad de simular código microcontrolador de alto y bajo nivel y simultáneamente, con la simulación en modo mixto haciendo que permita el diseño tanto a nivel hardware como software y realizando la simulación en un mismo y único entorno, para hacer posible la simulación de todos los procesos se suministran tres potentes subentornos que son ISIS para el diseño gráfico, VSM para la simulación y ARES para el diseño de placas. (Breijo, 2012)

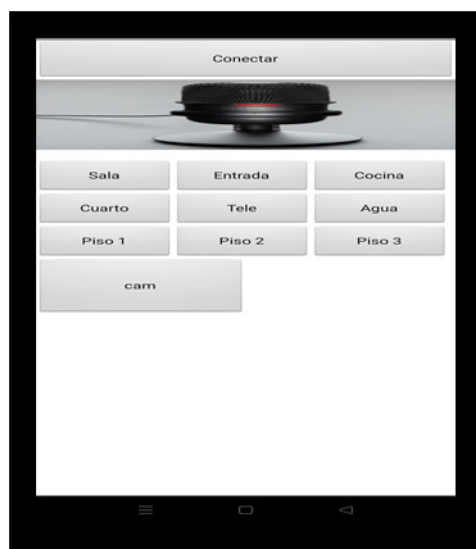


Figura 4 Interfaz del control para la automatización de la vivienda

Fuente: Elaboracion propia

En esta etapa es donde se maneja el desarrollo del software para el cual se utilizó Android Studio y Arduino IDE, de esta manera se logró desarrollar la aplicación móvil que nos servirá para la automatización del hogar tanto manual como por control de voz, el software se conectará al prototipo por medio de una conexión de bluetooth y para el funcionamiento de la cámara utilizaremos la red Wifi que nos permitirá el acceso a la cámara desde la

aplicación, cabe recalcar que en esta etapa es imposible realizar cambios de última hora

Metodología Stage-Gate.

Esta metodología conlleva una ruta operacional para el desarrollo de nuevos productos ya que puede empezar desde una idea muy mínima hasta su posterior lanzamiento, donde se desarrolla un plan que gestiona la eficiencia y la eficacia para el nuevo producto, la metodología se basa en un conjunto de etapas. (Lakah & Suárez, 2013)

Las fases de la metodología de Stage-Gate son las siguientes:

Fase 0: Investigación rápida y modelado del proyecto.

Fase 1: Generación del modelo de negocio.

Fase 2: Desarrollo.

Fase 3: Pruebas y validación.

Fase 4: Lanzamiento. (Lakah & Suárez, 2013)

Figura N° 4 Fases metodología Stage-Gate

Fuente: (Lakah & Suárez, 2013)

Aplicaciones de la domótica.

Las aplicaciones de la domótica se pueden clasificar en 5 grupos que son: (Pérez, 2018)

- Confort.
- Gestión energética.
- Seguridad
- Comunicaciones
- Ocio. (Pérez, 2018)

El método utilizado en el presente proyecto de investigación se denomina analítico – sintético, mediante el cual se realizó el análisis de la bibliografía existente con relación a las variables de estudio.

Según los estudios de (Burgo Bencomo et al., 2019), “el método analítico-sintético se basa en la descomposición del objeto de estudio en sus elementos constitutivos, para luego analizar cada uno de ellos por separado y, posteriormente, sintetizarlos de nuevo para obtener una visión global del objeto de estudio” (p. 24). Este método permite obtener una comprensión profunda de los elementos que componen el objeto de estudio y facilita la interpretación de los resultados obtenidos.

El paradigma escogido para la elaboración del presente proyecto de investigación es el cuali-cuantitativo ya que se realizó una encuesta a las personas que sufren discapacidades, en cambio a la directiva del conjunto el Garrochal tramo 1 de la ciudad de Quito se aplicó una entrevista para la obtención de datos.

La técnica utilizada en este proyecto de investigación fue la encuesta, mismo que se aplicó con el fin de conocer la situación actual. El instrumento utilizado en este proyecto de investigación es el cuestionario, el cual contiene preguntas cerradas dirigidas a la directiva y habitantes del conjunto habitacional el Garrochal

La población de la presente investigación se encuentra compuesta por el presidente, la vicepresidenta del conjunto el Garrochal tramo 1 de la ciudad de Quito y las personas discapacitadas que habitan en el mismo conjunto, de esta manera se a podido determinar que la población tiene un total de 17 personas las mismas que se señalan en la tabla a continuación:

Tabla 1

Descripción	Frecuencia	Porcentaje
Personas discapacitadas.	15	95%
Personal de la directiva del conjunto.	2	5%
Total	17	100%

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSION

Los usuarios del dispositivo respondieron de así las dos preguntas de la encuesta

P1. ¿Ha sufrido algún accidente al momento de realizar los procesos habituales en su hogar?

Tabla 2. Respuesta a la primera pregunta

SI	10	58.8%
NO	7	41.2%
TOTAL	17	100%

Fuente: Elaboración propia

El 58.8% de personas con discapacidad aseguran que son muy frecuentes los accidentes en los hogares al momento de realizar los procesos habituales.

P2. ¿Piensa usted que es necesario la implementación de un sistema automatizado para cumplir con los procesos del hogar?

Tabla 3. Respuesta a la pregunta 2

SI	14	82.4%
NO	3	17.6%
TOTAL	17	100%

El 82.4% de personas con discapacidad encuestadas piensan que si es necesario la implementación de un sistema automatizado en los hogares.

DISCUSIÓN

En la fase de desarrollo se realizó el modelo del prototipo, para este paso se apoyó de un software llamado Proteus el cual fue de ayuda ya que permite diseñar conexiones de circuitos electrónicos y su función principal es que nos permite correr el circuito y testear de manera inmediata el funcionamiento de cada elemento del circuito.

El software Proteus es una herramienta de diseño y simulación de circuitos electrónicos, que se utiliza para la creación y prueba de prototipos en la fase de desarrollo de proyectos tecnológicos. Según los estudios de (Mukherjee et al., 2014) "el software Proteus es una herramienta muy útil para el diseño y simulación de circuitos electrónicos, que permite a los diseñadores probar sus ideas y soluciones en un ambiente virtual antes de implementarlos en el mundo real" (p. 23). En este sentido, Proteus es una herramienta esencial para la creación de prototipos, ya que permite una mayor precisión y eficacia en el proceso de diseño y prueba.

Además, Proteus tiene la ventaja de permitir la simulación en tiempo real del circuito, lo que facilita la identificación y solución de problemas durante la fase de desarrollo. Según los estudios de (Shariff et al., 2019) "la simulación en tiempo real de los circuitos electrónicos permite a los diseñadores identificar y solucionar problemas de manera rápida y eficiente, lo que contribuye al éxito del proyecto" (p. 34). En este sentido, Proteus es una herramienta esencial en la fase de desarrollo, ya que permite una mayor eficacia en la identificación y solución de problemas en los circuitos electrónicos.

CONCLUSIONES

Sé llegó a determinar que para el correcto funcionamiento del sistema automatizado en personas con discapacidad visual se debe tener activa la función de Talkback del dispositivo móvil, ya que de esta manera podrá ser utilizada la aplicación sin complicaciones.

La aceptación del sistema automatizado es buena y por la reducción de costos en comparación a otros sistemas, sería una alternativa viable y recomendable en dentro del

mercado nacional además de tener una aceptación por parte de la población.

Mediante la placa de Arduino se pueden desarrollar varios proyectos y como es el caso del presente prototipo se puede automatizar de manera sencilla todos los procesos gracias a Arduino.

Comprobar que el sistema conjunto al prototipo cumple con las necesidades del usuario y de esta manera obtener resultados positivos que ayudan a las personas discapacitadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldea, E. L. (2016). *Arduino. Guía práctica de fundamentos y simulación*. Grupo Editorial RA-MA.
- Balasingam, S., Zapiee, M. K., & Mohana, D. (2022). Smart Home Automation System Using IOT. *International Journal of Recent Technology and Applied Science*, 4(1), 44-53.
- Breijo, E. G. (2012). *Compilador C CCS y simulador PROTEUS para microcontroladores España: PIC. Marcombo*.
- Burgo Bencomo, O. B., León González, J. L., Cáceres Mesa, M. L., Pérez Maya, C. J., & Espinoza Freire, E. E. (2019). Algunas reflexiones sobre investigación e intervención educativa. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48, 316-330.
- Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., ... & Wood, K. (2017). Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. *Design Science*, 3, e13.
- Castells Olivan, M. (2009). *Comunicación y poder*. Madrid: Alianza editorial.
- Domínguez, H. M., & Vacas, F. S. (2006). *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las Telecomunicaciones.
- Fernández-López, J. A., Fernández-Fidalgo, M., Geoffrey, R., Stucki, G., & Cieza, A. (2009). Funcionamiento y discapacidad: la clasificación internacional del funcionamiento (CIF). *Revista española de salud pública*, 83(6), 775-783.
- Junestrand, S., Passaret, X., & Vazquez Alvarez, D. (2004). *Domótica y hogar digital*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Lakah, S. M., & Suárez, L. V. (2013). *Propuesta para la aplicación de una metodología en la selección de portafolios de proyectos tecnológicos en el sector automotriz sub-sector sellantes*. Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Industrial.

- López, P. P. (2021). Robótica y domótica básica con Arduino: Contiene 28 prácticas explicadas. Ediciones de la U.
- Morales, G. (2011). La domótica como herramienta para un mejor confort, seguridad y ahorro energético. *Ciencia e Ingeniería*, 32(1), 39-42.
- Mukherjee, A., Ray, S., & Das, A. (2014). Development of microcontroller based speed control scheme of BLDC motor using proteus VSM software. *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 2(1), 1-7.
- Oreja, R. F. (2008). *Software libre: y la construcción ética de la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Icaria Editorial.
- Pérez, J. G. J. (2018). *Instalación y puesta en marcha de sistemas domóticos e inmóticos*. ELEM0111. IC Editorial.
- Shariff, S. M., Alam, M. S., Ahmad, F., Rafat, Y., Asghar, M. S. J., & Khan, S. (2019). System design and realization of a solar-powered electric vehicle charging station. *IEEE Systems Journal*, 14(2), 2748-2758.
- Torrente, Ó. (2013). *Arduino: curso práctico de formación*. Alpha Editorial.
- Yoon, H., Park, S. H., & Lee, K. T. (2016). Lightful user interaction on smart wearables. *Personal and ubiquitous computing*, 20, 973-984.