

Desarrollo de un sistema de alerta para servicios domiciliarios en hogares

*Daniel Humberto Avendaño Orobio**

*Gonzalo Erno Vega Arévalo***

Resumen

En el presente trabajo se expone el desarrollo de un sistema de seguridad diseñado para identificar situaciones que puedan afectar la tranquilidad del hogar. La solución propuesta integra de manera general la información reportada por las alarmas especializadas para fugas de CO y de agua, hacia un dispositivo que controla los actuadores que cierran el flujo del gas domiciliario y del agua. Este sistema será confiable, fácil de consultar y reportar en tiempo real.

Palabras clave: automatización, control, domótica, iluminación, monitoreo

Abstract

This paper presents the development of a home security system designed to identify situations that may affect the tranquility of the home. The proposed solution integrates in a general way the information reported by the specialized alarms for leaks of CO and water to a device that controls the actuators that close the flow of the gas and the water. This system will be reliable, easy to consult and report in real time.

Keywords: Automation, Control, Home Automation, Lighting, Monitoring

* Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Católica de Colombia. Contacto: dhavendano96@catolica.edu.co

** Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Católica de Colombia. Contacto: gvega71@ucatolica.edu.co

Introducción

Actualmente, hay 1400 millones de objetos cotidianos conectados a la red. Pero en 2020 se espera que sean más de 40 000 millones, crecimiento que modificará de manera radical el aspecto del internet que conocemos. Esta herramienta, además de permitir que las personas se conecten y descarguen información, cuenta con otra utilidad valiosa: hacer que las cosas se conecten entre ellas, realicen procesos dependiendo de la recopilación de datos que obtengan y transmitan en tiempo real a cualquier parte del mundo (Caracol, 2013).

Hoy en día existen varios sistemas que alertan e informan de problemas con los servicios públicos, sin embargo, únicamente son útiles mientras una persona se encuentre en el lugar. El problema real se presentará en el momento en que no haya personas presentes y no se pueda hacer nada para corregir estas fallas. Por eso se debe diseñar un método inteligente y autónomo

Marco teórico

Hasta finales del siglo xx, una casa que cumpliera las necesidades o deseos de sus habitantes, como ajustar el brillo de las luces o cerrar una llave de servicio público, era algo que solo sucedía en las películas de ciencia ficción. Sin embargo, hoy en día la presencia de tecnologías de automatización de hogares, o domótica, convirtió en un hecho la existencia de casas inteligentes. Etimológicamente, el término *domótica* se refiere a la “automatización del hogar”; en inglés se conoce como *home automation*, y cuando el término se extiende a un edificio o inmueble se le llama *inmótica* (Solans, 2005)

que permita al usuario estar al tanto de los problemas que se presenten en la zona a vigilar y que esté en la capacidad de realizar procedimientos para que las fallas se resuelvan al instante. Con ello se evitarán desastres, en algunos casos irreparables, y se informará en tiempo real al usuario sobre la acción del actuador.

Este desarrollo tecnológico está orientado a controlar situaciones que generen molestias en el hogar, como fugas de gas, tomas eléctricas expuestas, llaves de agua mal cerradas, puertas abiertas, entre otros problemas. El tipo de control planteado en este artículo se basa en un sistema que permite estar al tanto de lo que sucede en el hogar mientras no se encuentre nadie en él. Este funciona mediante una serie de sensores y actuadores que pueden ser consultados en su totalidad en el trabajo de grado *Sistema de seguridad de servicios domiciliarios en hogares* (Avendaño y Vega, 2016).

En algunos textos se explica la *domótica* como la utilización de una vivienda equipada de tal manera que significaría un impulso inconmensurable sobre la salud física, mental y bienestar general de las PM, hecho que mejoraría la calidad de vida y la privacidad propias de vivir en una casa común, en lugar de hacerlo en un hospital o en un centro especializado.

La electricidad, por ejemplo, nos ha permitido elevar el nivel de confort en nuestras casas y ha dado paso a la entrada de los electrodomésticos: lavadora, frigorífico, lavavajillas, horno, placas vitrocerámicas, entre otras máquinas capaces

de realizar tareas cotidianas de forma casi autónoma (aún queda por solucionar la carga y descarga de las mismas). Estas han elevado nuestro nivel de confort a cotas en otro tiempo inimaginables. La siguiente evolución alcanzada es la domótica, que se encarga de la integración y regulación de ambos sistemas (eléctricos y electrónicos), de tal manera que la casa es capaz de *sentir* –detectar la presencia de personas, la temperatura, el nivel de luz– y *reaccionar* por sí sola, a estos estímulos –al regular el clima, la iluminación, conectar la alarma–, al mismo tiempo que es capaz de comunicarse e interactuar con los usuarios (telecontrol) por multitud de medios (pantalla táctil, PC, móvil, etc.). En efecto, tales posibilidades aumentan el confort, la seguridad y, sobre todo, el ahorro energético (Ro, 2015).

La domótica parte de 4 pilares básicos: 1) automatización y control, 2) seguridad y vigilancia, 3) comunicaciones, y 4) ocio y entretenimiento. Dichos pilares se deben encaminar a los objetivos y los tipos de poblaciones que se desea beneficiar, por ejemplo, familias de núcleos pequeños o grandes, o la población de la tercera edad y discapacitada –que requiere tener control de sus hogares desde un solo punto–.

El estado colombiano cuenta con criterios de seguridad para hogares, como la Ley 142 de 1994, “por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios”. Esta ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural, así como a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos. Esta ley busca garantizar la calidad del servicio público, su prestación eficiente, y establecer una tarifa proporcional para los diferentes sectores socioeconómicos. Este

proyecto sigue las normas técnicas NTC3631 (ventilación de recintos) y NTC3833 (evacuación de CO), enfocadas en la manipulación de equipos industriales que usan gas.

Dentro de las funciones comunes disponibles a través de algunas plataformas domóticas se incluyen: monitoreo de incendios y de monóxido de carbono, control de iluminación a distancia, control de termostato, control de electrodomésticos, monitoreo por video en vivo, cámaras de seguridad, sistemas de alarma y alertas por mensajes de texto y de email en tiempo real. Los propietarios de viviendas pueden ahorrar en las facturas de energía al reducir la cantidad de tiempo que las luces permanecen encendidas o bajar la temperatura cuando han salido de una habitación.

La implementación de este proyecto se basa en el uso de sensores. Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas (Martínez, 2012). Gracias a sus diferentes beneficios (amplio rango de medida, amplia sensibilidad, receptibilidad, entre otros), se ha logrado ajustar a todos los escenarios industriales, como son: sensores mecánicos, sensor ultrasonido, sensor inductivo, sensor capacitivo, sensor fotoeléctrico.

Un controlador es aquel instrumento que compara el valor medido con el valor deseado. Con base en esta comparación calcula un error (diferencia entre valor medido y deseado), para luego actuar con el fin de corregirlo. Tiene por objetivo elaborar la señal de control que permita que la variable controlada corresponda a la señal de referencia. Este elemento lógico programable es el encargado de resolver los problemas que se presentan en el hogar (Martínez, 2014).

Los sistemas de automatización del hogar pueden configurarse a través de diferentes tecnologías, entre ellas:

- Tecnología *ZigBee*: conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación. Su tecnología es sencilla y de bajo costo. Se puede emplear en los hogares, ya que utiliza la banda ISM y por lo general adopta la banda 2,4 GHz para comunicarse con el resto de dispositivos –genérica en todo el mundo– mientras hace sinergia con las otras tecnologías (Gutiérrez, 10 de agosto del 2015).
- Tecnología *wifi*: este término se designó a todas las soluciones informáticas que utilizan tecnología inalámbrica 802.11 para crear redes. 802.11 es el estándar más utilizado para conectar ordenadores a distancia. Cuando hablamos de *wifi* nos referimos a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizada hoy en día, también llamada WLAN (*wireless LAN*, red inalámbrica) o estándar IEEE 802.11. *Wifi* no es una abreviatura de *wireless fidelity*, simplemente es un nombre comercial.
- Tecnología *bluetooth*: tecnología de ondas de radio de corto alcance (2,4 giga hertzios de frecuencia) cuyo objetivo es simplificar las comunicaciones entre dispositivos informáticos, como ordenadores móviles, teléfonos móviles,

Resultados

El proyecto se realizó en el apartamento de uno de los integrantes del grupo, donde se

entre otros dispositivos de mano. También pretende simplificar la sincronización de datos entre los dispositivos y otros ordenadores.

- Tecnología LoRa: un grupo de computadoras y redes de empresas han formado una alianza para estandarizar el uso de redes de área amplia de baja potencia, o LAP WAN, para impulsar el desarrollo IoT y aplicaciones de *smartcity*. La Alianza LoRa está dedicada a la utilización de protocolos derivados de LAP WAN, incluyendo LoRa WAN, para garantizar la interoperabilidad de las aplicaciones de IoT entre operadores de telecomunicaciones y otras empresas que se han sumado al esfuerzo. La tecnología LoRa WAN se considera adecuada para las aplicaciones de IoT y M2M, ya que se extienden mucho más allá de la tecnología celular. A menudo opera en pequeños dispositivos del tipo de sensores que pueden durar meses con el poder de una pequeña batería.

Para el proyecto se usó la tecnología *wifi*. El punto fuerte de esta tecnología es la ausencia de cables; se trata de un tipo de conexión que puede unir un sinnúmero de dispositivos de diversas características (tales como consolas de videojuegos, teléfonos y televisores) y evitar a los usuarios los dolores de cabeza asociados a la búsqueda y la adquisición de los cables adecuados para cada uno de ellos (Aula Clic, 2012).

implementaron los diferentes sensores y actuadores del sistema.

Figura 1. Plano de casa, ubicación de sensores y actuadores



Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se puede observar el plano del área a intervenir y los elementos que se acondicionaron a la solución.

- Sensores: sensor de movimiento; sensor de gas.
- Actuadores: motor actuador del sensor de gas para ventanas; motor actuador de registros de agua y gas.

Los elementos que se usaron en la ejecución del proyecto fueron seleccionados luego de varias pruebas. Estos deben cumplir los requerimientos de comunicación dual (enviar y recibir) y alertar al usuario en tiempo real.

Para la implementación del proyecto se usaron los siguientes elementos:

- Equipo de cómputo: Utilizado para la programación de los microcontroladores y la realización de los planos de las placas de circuito impreso (PCB) o circuitos impresos.
- Herramientas: moto tool, juego de brocas, segueta, cloruro férrico, cautín, taladro,

múltímetro, plancha de ropa. Estas se utilizaron para la creación del circuito impreso en baquela con el método de planchado.

- Microcontrolador ATMEGA 328P-PU: este elemento es el cerebro de la implementación; se encarga de la configuración e interpretación de los módulos y sensores.
- Módulo *wifi* ESP8266: encargado de la comunicación; permite el envío y recepción de datos entre los microcontroladores por medio de configuraciones, llamadas comandos AT, que fueron previamente cargadas en el microcontrolador.
- Motoreductor 12 kg/12 V/100 rpm: encargado de realizar el cierre y apertura de las ventanas. Este recibirá la señal de orden de acción del sensor de gas.
- Sensor gas MQ2: encargado de la medición en PPM de gases inflamables. Si se superan las 5 PPM, el microcontrolador tendrá que realizar una acción preventiva.

- Sensor de movimiento HC-SR501: encargado de verificar la presencia de personas en la casa con el fin de dar cierre o apertura al registro del agua.

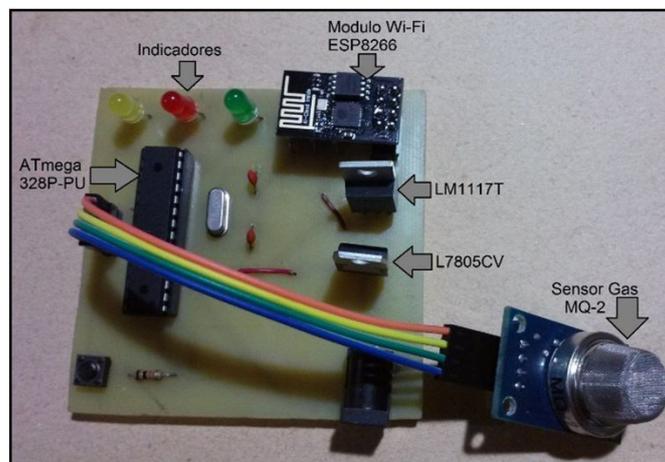
La tecnología que se implementó fue una comunicación a través de módulos *wifi* ESP8266. Se trata de una opción económica, de sencilla implementación y de unas dimensiones acordes con proyectos compactos. Este dispositivo tiene la opción, por medio de comandos AT, de ser configurado como punto de acceso (AP), como cliente o cliente-servidor. Todo esto se logra gracias al comando AT+CWMODE. Modo cliente: AT+CWMODE=1; punto de acceso: AT+CWMODE=2; ambos: AT+CWMODE=3.

Se implementó un maestro que tiene función de punto de acceso. Este será el encargado de crear la red a la que irán conectados los demás módulos que se comportarán como clientes. Es preciso tener en cuenta que todos los maestros estarán conectados a los sensores y los clientes a los actuadores.

El maestro creará la red a la cual se conectarán los módulos cliente, que les indicará la función respectiva según la IP que previamente tendrán configurada. Cada sensor tendrá un módulo maestro asignado que enviará una orden a los clientes -quienes, a su vez, deberán realizar una acción- cada vez que realice la medición correspondiente.

El módulo maestro que está conectado al sensor de gas enviará una orden para que se abran las ventanas y se cierre el registro de gas -estos llevan un módulo cliente-. Por supuesto, esto dependerá de la cantidad de partes por millón (PPM) que detecte el sensor de gas; si está por encima del umbral configurado, este deberá cerrar el registro de gas y abrir las ventanas. Así mismo, cuando el sensor de gas capte PPM menores a la cantidad configurada en el maestro, este volverá a cerrar las ventanas y el motor que controla la válvula de gas volverá a abrirse. Claro está que, para mayor seguridad y protección del usuario, este podrá cerrar la válvula manualmente hasta identificar la posible fuga de gas.

Figura 2. Placa maestra sensor de gas



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 2, se diseñó y construyó un circuito impreso que servirá para detectar las PPM que capture el sensor de gas en la cocina y, a su vez, enviar la señal por medio *wifi* al módulo maestro. En dicha figura se observan 2 transistores que permiten el ingreso de un voltaje de hasta 15 voltios; en su salida obtendremos 3,3 voltios para el LM1117T, que alimentará el módulo *wifi* ESP8266. Del transistor L7805CV

obtendremos una salida de 5 voltios; este alimentará el ATmega 328P-PU y el sensor de gas MQ-2. El transistor L7805CV es un circuito regulador de voltaje que elimina problemas de distribución y disipa el calor de manera adecuada, no obstante, por seguridad se le implanta un disipador para apoyar su radiación de calor hacia el exterior.

Figura 3. Ubicación sensor de gas



Fuente: elaboración propia

El sensor de gas MQ2 es el encargado de la detección de gases -como pueden ser i-butano, propano, metano-, tiene gran sensibilidad, tiempo alto de respuesta y su sensibilidad se puede variar por el potenciómetro que contiene. Se implementó en la cocina del apartamento, a un costado de los fogones, y trabajará como un

punto de acceso (figura 3). Al detectar las PPM, enviará, por medio del ESP8266, una señal al microcontrolador del actuador, que está conectado como cliente a través de otro módulo *wifi* con la finalidad de dar apertura a la ventana con ayuda del moto-reductor.

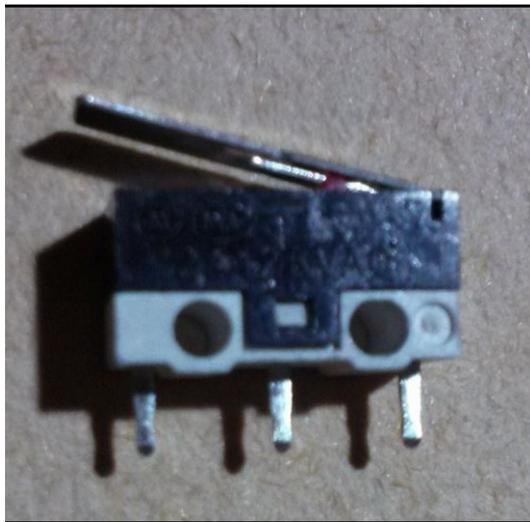
Figura 4. Motor con engranajes, apertura de ventana



Fuente: elaboración propia

El moto-reductor de la figura 4 trabaja por medio de poleas a 12 V con un torque de 12 kg. Su función es abrir y cerrar las ventanas. Al tiempo, estará un segundo moto-reductor que se encargará de cerrar o abrir el registro del gas. Este motor se detendrá cuando reciba el pulso del *switch* de carrera que se encuentra en la parte final de la abertura de la ventana. Así mismo, iniciará su marcha para el cierre de la ventana cuando reciba la señal del circuito maestro de no captar PPM por encima del valor máximo.

Figura 5. Fin de carrera motor



Fuente: elaboración propia

El *switch* fin de carrera que se visualiza en la figura 5 tiene el objetivo de indicar cuando la ventana este abierta o cerrada en su totalidad. Estos se encontrarán ubicados en los extremos de la ventana y servirán de guía para la detección o funcionamiento del motor; así indicarán todo su recorrido por la cremallera hasta encontrarse

con el otro *switch* de fin de carrera. Al llegar a este, el motor se detendrá y esperará la nueva orden para iniciar un nuevo recorrido para el cierre de la ventana.

Figura 6. Ubicación del sensor de movimiento



Fuente: elaboración propia

Otro sensor que actúa en el sistema es el de movimiento HC-SR501. Este opera con un rango de detección de 3 m a 7 m. Su capacidad de detección se basa en el calor emitido por el cuerpo humano en forma de radiación infrarroja. Esas son características optimas que permiten la detección de personal en el sitio a medir cuando esté inhabitado. Por el área del apartamento, este dispositivo se ubicará en el pasillo y en la zona común de entrada (sala-comedor).

Figura 7. Ubicación del motor actuador (registro del agua)



Fuente: elaboración propia

El pin del sensor de movimiento se encontrará en bajo siempre y cuando este no capte ninguna señal. Al captar una presencia, el pin se pondrá en alto, hecho que será captado por el microcontrolador cliente, y, a su vez, enviará la orden a través del ESP8266 hacia el circuito maestro que dará la señal al actuador. En este caso, el motor-reductor bloqueará el flujo de agua y cerrará del registro (figura 7).

Para brindar una mayor seguridad del personal que está dentro o fuera del predio, se identificó que debía existir una notificación a los integrantes del predio sobre las fugas de gas y las acciones correctivas que se desarrollan para evitar un incidente. Esas notificaciones se realizarán a través de un servidor SMTP o servidor de correo electrónico.

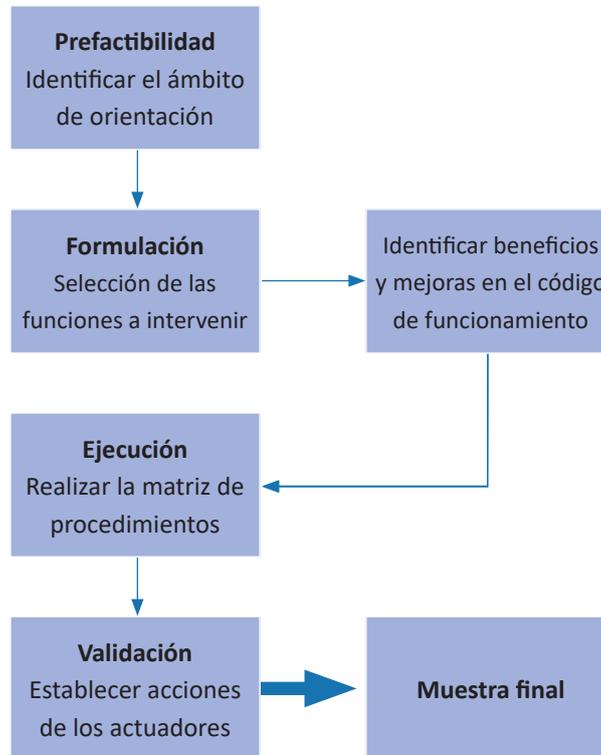
La integración de este servidor de correo con el circuito maestro se realiza a través de la conexión del Arduino Ethernet Shield; este facilita la conexión del circuito con internet y posibilita contar con un entorno web para el sistema. No obstante, para este proyecto solo se usará este módulo para notificación a los usuarios por

correo electrónico. Dado que la interfaz de conexión del puerto RJ45 es PoE no se requiere una segunda alimentación para el circuito (Firstmile, 2012).

La aspiración del proyecto era lograr consolidar un sistema similar al que se encuentra en el mercado, mediante componentes de fácil adquisición y cómoda configuración, como el módulo *wifi* ESP8266. Se estableció el uso de este último porque maneja una compleja configuración por medio de comandos AT y permite la interconexión en tiempo real en cualquier lugar del mundo. Otro resultado que se identificó fue constatar el amplio campo que abarca la domótica a través de los sistemas automatizados, como aquellos pensados para la seguridad de la vivienda. A esto se debe agregar la ventaja adicional de este sistema: la transmisión *wifi*, cada vez de mayor uso en nuestra sociedad.

La metodología que se siguió para llevar a cabo este proyecto se resume en un diagrama de bloques que muestra las etapas de integración (figura 8).

Figura 8. Diagrama de bloques

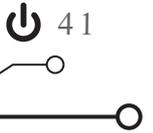


Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Al implementar este proyecto se pudo constatar que la domótica posee un gran campo funcional, tanto en aplicaciones con sistemas automatizados como en aquellas para la seguridad de la vivienda. Es evidente cómo la tecnología avanza a pasos impresionantes, al punto de que el ser humano va desarrollando dispositivos con los cuales el usuario puede tener mayor protección de todos sus bienes y, sobre todo, puede asegurar su protección personal. A esto se debe agregar la ventaja de que una de las condiciones que están involucradas en este sistema tiene que ver con la transmisión *wifi*, como se ha señalado anteriormente.

Durante el desarrollo del presente trabajo se encontró que en el mercado se ofertan varios sistemas de seguridad similares al planteado en este proyecto, como Ozom –promovido por Homecenter–, que cuenta con los parámetros de seguridad que busca todo usuario en su hogar. Sin embargo, se debe considerar que, si bien esta tecnología provee una zona de confort a sus usuarios, demanda una serie de requerimientos tales como actualizaciones, mayor difusión de sistemas domóticos e inmóticos, y, además, contar con un ingreso financiero elevado para su implementación.



Al verificar los costos de implementación de este proyecto, se hace evidente que este no podría ser costeado por personas de todas las clases socioeconómicas, ya que los precios de manufactura y mantenimiento son altos: aproximadamente 2,08 SMLMV¹. Esto quiere decir que un hogar promedio de nuestro país no podría conseguir con

facilidad un sistema como el descrito. En todo caso, la tecnología está avanzando de tal forma que los costos serán más accesibles y la domótica será una importante herramienta que en un futuro cercano romperá también las brechas sociales.

Referencias

- Aula Clic. (2012). *Wifi. La comunicación inalámbrica* [recurso en línea]. Recuperado de <https://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html>
- Avendaño, D. y Vega, G. (2016). *Sistema de seguridad de servicios domiciliarios en hogares* [trabajo de grado]. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://bit.ly/33ILYPP>
- Caracol. (2013). La evolución de internet [entrada de blog]. Recuperado de <https://bit.ly/3bNNG0c>
- Congreso de Colombia. (11 de julio de 1994). Ley 142 de 1994: Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. DO: 41 433. Recuperado de <https://bit.ly/2DQw3Ao>
- Firstmile. (2012). *Power over Ethernet* [recurso en línea]. Recuperado de <https://bit.ly/3ilLyY>
- Gutiérrez, M. (10 de agosto del 2015). Todo sobre ZigBee, la tecnología ultra barata para comunicación inalámbrica [entrada de blog]. *El Androide Libre*. Recuperado de <https://bit.ly/3hnbeu3>
- Martínez, C. (2012). *Sensores y actuadores* [recurso en línea]. Recuperado de <https://bit.ly/2GKiP9o>
- Martínez, E. (2014). *Controladores automáticos* [recurso en línea]. Recuperado de <https://bit.ly/2FjWqzm>
- Ro, J. (2015). *La domótica* [recurso en línea]. Recuperado de <https://bit.ly/2Roydu5>
- Solans, D. (2005). *Las nuevas tecnologías al servicio de los mayores* [trabajo de grado]. Universitat de Jaume, Castellón de la Plana, España.

1 SMLMV = Salario Mínimo Legal Mensual Vigente, \$ 689 454.