

### Open Access

#### Recibido:

4 de febrero de 2020

#### Aceptado:

29 de mayo de 2020

#### Publicado:

13 de agosto de 2020

#### Correspondencia:

[jesmendoza@itsa.edu.co](mailto:jesmendoza@itsa.edu.co)

#### DOI:

<https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3771>



© Copyright: Investigación e Innovación en Ingenierías

### Resumen

**Objetivo:** Diseñar e implementar un Prototipo de Smart Home automatizado orientado al Internet de las Cosas administrado vía una aplicación móvil. **Metodología:** La investigación fue de tipo deductiva, relacionando las variables del Internet de las Cosas y dispositivos utilizados dentro de los hogares. Asimismo, se utilizó tecnología aplicada, brindando una solución a una necesidad en los hogares orientada al Internet de las Cosas, desarrolladas en fases de diseño, implementación y montaje del sistema. **Resultados:** El prototipo de Smart Home con IoT desarrollado fue adaptado para funcionar en un hogar tamaño escala maquetado en material sintético y madera. **Conclusiones:** Se encontró que un Smart Home puede integrar diferentes dispositivos, electrodomésticos y sensores dentro de una casa y automatizarla con una mínima o ninguna intervención de las personas. El prototipo desarrollado puede mantener datos y registros de las diferentes variables IoT presentadas y automatizar a los dispositivos para trabajar de acuerdo con las necesidades del usuario. No sólo se nota una mejoría a través del proceso de automatización en el uso diario de los electrodomésticos sino también en la notificación de eventos de los sensores y el ahorro en el consumo de energía eléctrica, administrando todo desde una tableta o teléfono inteligente.

**Palabras claves:** Smarthome, Hogar Inteligente, Internet de las Cosas, automatizado, ahorro económico, preservación de energías, Redes Inalámbricas.

### Abstract

**Objective:** Design and implement an automated IoT oriented Smart Home Prototype managed via a mobile application. **Methodology:** It was used a deductive methodology, linking the variables of the Internet of Things and devices used within homes. Similarly, applied technology was used, providing solutions in homes through the Internet of Things. The project was developed in phases such as design, implementation and assembly of the system. **Results:** The Smart Home prototype with IoT oriented devices developed project was adapted to work in a scale-sized household made of wood and synthetic material. **Conclusions:** It was found that a Smart Home can integrate different devices, appliances and sensors inside a house and automate it with a minimum or no intervention of people. The developed prototype can keep data and records of the different IoT variables presented and automate the devices to work according to the user's needs. Not only an improvement is noticed through the automation process in the daily use of household appliances but also in the notification of sensor events and in saving electricity consumption, managing everything from a tablet or smartphone.

**Keywords:** Smarthome, Smart Home, Internet of Things, automated, economic savings, energy preservation, Wireless Networks.

**Como citar (IEEE):** J.E. Mendoza - Padilla., y M.A. Marín - Mendoza, "Prototipo de Smart Home automatizado con IoT", Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 8, n°. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3771>

## Introducción

Un número cada vez mayor de consumidores instala dispositivos de Internet de las cosas (IoT) en sus casas. Esto beneficia a los hogares que ofrecen una capacidad mejorada para monitorear y controlar aspectos relevantes de su casa y las tareas domésticas diarias. Según Gartner, se espera que la cantidad de dispositivos IoT supere los 20 mil millones para 2020 [1].

El Internet de las Cosas ha tenido avances significativos en diferentes sectores e industrias. Este ha producido desarrollo en los ámbitos de los hogares y aplicaciones de negocios que han contribuido a la calidad de la vida de las personas, así como al desarrollo de la economía. La integración de servicios de tecnología a través de las redes dentro de un hogar es descrita como Smart Home [2].

Debido al desarrollo del Internet de las Cosas, se han realizado mejoras significativas en la implementación, control y perfección de las casas inteligentes o Smart Homes [3]. Estos hogares inteligentes normalmente son reconocidos como la simbiosis de diferentes elementos como sensores, dispositivos de comunicación inalámbricas y un sistema central del control el cual provee servicios avanzados para los usuarios [4].

Un componente importante del Internet de las Cosas (IoT), son los Smart Homes; estos utilizan comunicación inalámbrica entre sensores recogiendo información de diferentes lugares del hogar o escenario en particular para proveer automatización y beneficios en la vida de las personas [5].

Diferentes aproximaciones a soluciones de Smart Homes se han realizado [6, 7, 8] para identificar características tecnológicas en los aspectos a infraestructura, aplicaciones y retos de seguridad emergentes en el campo del IoT.

Por otra parte, se han desarrollado estudios en cuanto a la seguridad de los datos recogidos por los diferentes sensores de IoT dentro de los Smart Homes [9], evaluando los protocolos como KNX-RF, EnOcean, Zigbee, Z-Wave para el envío de información en las redes inalámbricas [10] y otros optando por utilizar la transmisión a través de las redes GSM/GPRS de telefonía celular [11]. Asimismo, se han publicado estudios evaluando las redes de baja potencia y largo alcance, mostrando como resultados mejoras en aspectos de fiabilidad, latencia, escalabilidad y eficiencia energética [12, 13].

Ahora bien, en cuanto a la automatización de los hogares y casas en general, varias publicaciones han generado soluciones [14, 15] implementando redes de sensores para controlar electrodomésticos como luces, ventiladores, puertas, niveles de gas y medir el consumo de energía [16] utilizando varios sensores como el LM35, infrarrojos, módulos LDR, y dispositivos de procesamiento como el Node MCU ESP8266 y Arduino UNO.

En ese orden de ideas, se plantea en el presente proyecto diseñar e implementar un prototipo de Smart Home u Hogar Inteligente, representado en una maqueta de una casa de cuatro habitaciones, distribuyendo en ella sensores y actuadores electrónicos con el fin de automatizar un hogar y observar el modelo de comportamiento de las variables orientadas a Internet de las Cosas, pudiendo administrar el Smart Home a través de una aplicación móvil.

## Metodología

En este proyecto se utilizó el método deductivo, el cual fue el más adecuado a la hora del desarrollo del proyecto para llegar a explicaciones particulares del tema. Este permitió relacionarlo con variables y dispositivos utilizados dentro de los hogares, haciendo deducciones desde lo general hasta lo más particular y/o puntual que posee. De esta forma, se hicieron las verificaciones de sensores y actuadores electrónicos dentro de una arquitectura de Internet de las Cosas, donde puede ser aplicado desde un punto de vista general y poco a poco abarcar detalladamente el mismo, conteniendo conceptos, teoría y procedimientos para su ejecución.

Así, una vez abarcado todo lo relacionado con el proyecto pudo ser implementado un prototipo a escala de un Smart Home, para su comprobar el funcionamiento de un modelo más pequeño pero que se puede llevar una implementación a mayor escala, integrando la administración y el control a través de una aplicación móvil en un smartphone, como se muestra en la Figura 1 y 2.

## Arquitectura IoT

Figura 1. Arquitectura IoT



Fuente: Tomado de [17]

Todo sistema IoT debe estar compuesto por un modelo de capas similar al OSI en las redes de datos o computadoras IP [18].

Este modelo IoT está compuesto por 4 capas fundamentales:

- Cosas/Objetos/Dispositivos (Capa Física)
- Puntos de acceso (Capa de enlace de datos)
- Procesamiento de datos (Capa de Presentación)
- Aplicaciones (Capa de Aplicación)

La capa física está compuesta por todos los dispositivos que deben controlarse (actuadores) y por otra parte los sensores que son capaces de recolectar los datos. Es la parte visible a los usuarios.

Para asegurar un buen funcionamiento del sistema IoT es necesaria la buena comunicación entre los actuadores y el microcontrolador, siendo la capa de enlace de datos quien realiza este proceso [18]. En ella se encuentran el o los enrutadores que funcionan como puerta de enlace entre los actuadores y sensores a la Internet (en este proyecto se ha utilizado un Arduino Mkr1000), un administrador de dispositivos y varios protocolos de comunicación IP.

El microcontrolador en cuestión cuenta con una shield Wi-Fi incorporada, lo cual le permite conectarse a cualquier red Wi-Fi con conexión a Internet, de modo que le brinda la posibilidad a todos los periféricos conectados a él, tener comunicación con la nube o con un servidor en el que se alberguen o se muestren los datos; funciones realizadas por la capa de presentación.

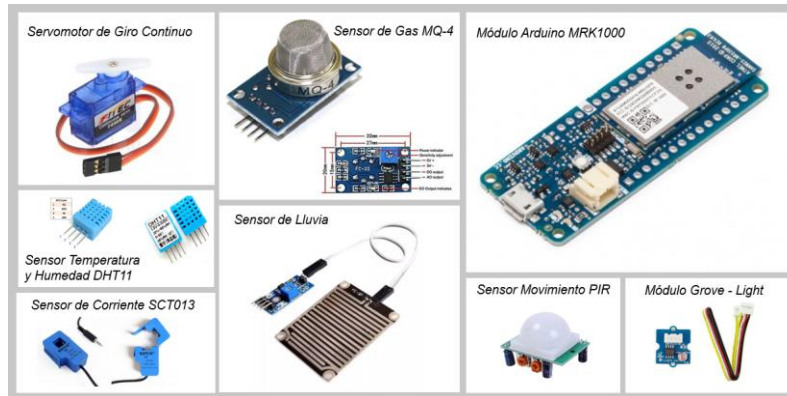
Al tratarse de un sistema que toma decisiones con respecto a los datos recogidos, resulta ser la parte más importante del proyecto. Esta recolección de los datos se realiza a través de los sensores conectados al sistema, los datos son llevados a un servidor en la nube, que durante el proceso pueden ser tratados por terceros [10], sin embargo el Arduino utilizado, cuenta con un módulo de encriptación de datos por hardware ECC508 para brindarle seguridad a la comunicación. En esta capa también se albergan todos los protocolos que permitan la conexión entre el sistema físico y el medio en el que se van a mostrar los datos recolectados en la capa de presentación.

Por último, se encuentra la capa de aplicación, que constituye el diseño de ya sea una página web o una aplicación móvil para Android o iOS en la que se pueda manejar, controlar o visualizar información recolectada por el sistema, en lo posible que sean amigables para el usuario final y fácil de utilizar.

## Identificación de Sensores y Dispositivos

Para determinar los sensores y demás dispositivos electrónicos a utilizar en el sistema, se tuvo en cuenta su funcionalidad y facilidad en la instalación. Además de la característica de ser “plug and play”.

**Figura 2.** Dispositivos y sensores del Internet de las Cosas



**Fuente:** Tomado de [19]

La plataforma de hardware Arduino es una placa de desarrollo libre integrada por un microcontrolador, diseñada para facilitar la creación de soluciones electrónicas en proyectos multidisciplinarios.

La versión de Arduino utilizada en este proyecto es la MKR1000 el cual ha sido diseñado para como una solución práctica para ofrecer conectividad Wi-Fi a proyectos electrónicos sin tener mayor experiencia en redes. [20]

El Arduino MKR1000 está basado en la placa ATSAMW25 del fabricante Atmel, integrada en las tecnologías SmartConnect de los dispositivos inalámbricos diseñados específicamente para proyectos orientados a IoT.

El DHT11 es un sensor de temperatura y humedad digital el cual posee bajo costo. Este dispositivo posee un termistor para medir el aire circulante y un sensor capacitivo de humedad enviando los datos a través de una señal digital hacia un microcontrolador. Es bastante simple de usar, pero requiere sincronización cuidadosa para tomar datos. Para el desarrollo del proyecto presentado en este artículo, se tuvo en cuenta este sensor por su relación calidad/precio.

El sensor MQ-4 puede detectar concentración de gas metano en el aire desde 300 ppm hasta 10000 ppm. Posee tiempo de respuesta rápido caracterizado por una alta sensibilidad gracias a la incorporación de un circuito integrado comparador de tensión LM393 y un potenciómetro para calibrar la señal que oscila entre los rangos de valores analógicos de 0v a 5v.

El módulo Grove - Light Sensor usa un fotoresistor GL5528 (resistencia dependiente de la luz) para detectar la intensidad de la luz en el ambiente. La resistencia del fotoresistor disminuye cuando aumenta la intensidad de la luz. Un chip OpAmp doble LM358 a bordo produce un voltaje correspondiente a la intensidad de la luz (es decir, en función del valor de resistencia). La señal de salida de este módulo será ALTA en luz brillante y BAJA en la oscuridad.

El sensor SCT-013-30 funciona con un transformador de corriente, donde en su devanado primario realiza la medición y a medida que cambia de valor de intensidad, se refleja en el devanado secundario un voltaje inducido que es capaz ser medido por un microcontrolador para el desarrollo de proyectos electrónicos.

Al implementar el SCT-013-30 se tiene la ventaja de no tener de cortar o interrumpir el cable por donde circula la corriente en el dispositivo en el entorno doméstico, debido que posee el núcleo partido, tal como lo tiene una pinza amperimétrica.

El sensor de lluvia cuenta con una Placa PCB dotada de una superficie niquelada, con conductividad eléctrica y resistencia a la oxidación. El sensor es un simple resistor variable, cerrado por el agua en diferentes secciones causando cambio en la resistencia. Al caer una gota de agua esta genera un corto y un valor alto (1) lo que permite saber cuándo hay lluvia.

Se implementó también sensores infrarrojos pasivos capaces de medir la luz infrarroja radiada de los objetos que se encuentran en su campo de visión. Son utilizados principalmente para detectar movimiento de las personas dentro de un rango determinado.

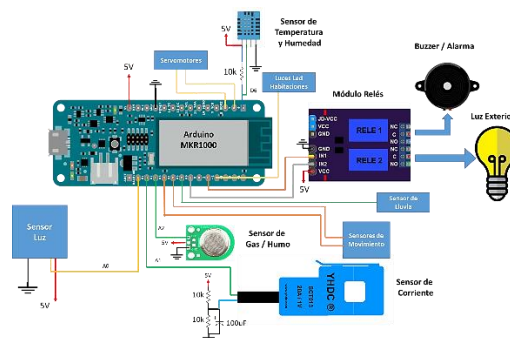
Los servomotores seleccionados permitieron controlar la posición de un eje, conectado a una puerta para el acceso de las personas en el Smart Home u Hogar Inteligente. Su configuración fue implementada de tal manera que girara una cantidad de grados y luego mantenerse fijo en una posición.

## Diseño e Implementación del Sistema

A continuación, se muestran los pasos y las indicaciones que se tuvieron en cuenta para la implementación y el funcionamiento del proyecto.

### Diseño del Hardware

Figura 3. Diagrama Esquemático - Circuito Electrónico del Sistema



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3, se encuentran relacionados los sensores (Humedad/Temperatura, Lluvia, Movimiento, Gas, Luz y Corriente) a los cuales se le asignó un pin o terminal al microcontrolador. Asimismo, se observa un módulo de 2 relés, los cuales facilitan la automatización del sistema, debido a que actúan como un interruptor controlado que abre o cierra el circuito teniendo en cuenta las variables recibidas por los sensores. Cada Relé se encuentra conectado a un pin digital configurado como pin de salida, y a su vez se le conecta una carga a controlar para automatizar el entorno doméstico como una alarma a través de un buzzer, una o varias bombillas o luces Led o un dissipador de energía/ventilador, como se muestra en la Tabla 1 y 2.

**Tabla 1.** Asignación Pines: Sensores - Microcontrolador

Sensor de Luz	Pin A0
Sensor de Corriente	Pin A1
Sensor de Gas	Pin A2
Sensores de Movimiento	Pines A3, A4
Sensor de Lluvia	Pin A5
Sensor de Temperatura	Pin D0

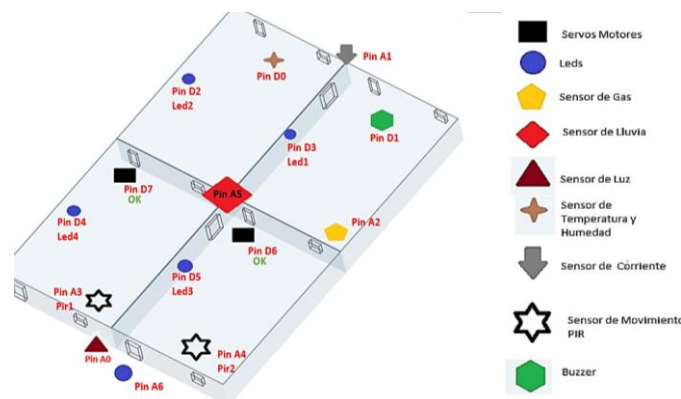
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 2.** Asignación Pines: Módulo Salida - Microcontrolador

Alarma Buzzer	Pin D1
Luces Led Habitaciones	Pines D2-D5
Luz LED Exterior	Pin A6
Servomotores Puertas	Pines D6, D7

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.** Distribución de Sensores y Actuadores



**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 4, se muestra el diseño del maquetado en el cual se implementó el sistema de SmartHome IoT. La maqueta consta de 4 "Habitaciones" entre

las cuales se distribuyen sensores y actuadores, correspondientes a la capa física de la arquitectura IoT del proyecto. De igual forma se observa la conexión de cada sensor a su pin (Digital o analógico) en el Arduino MKR1000.

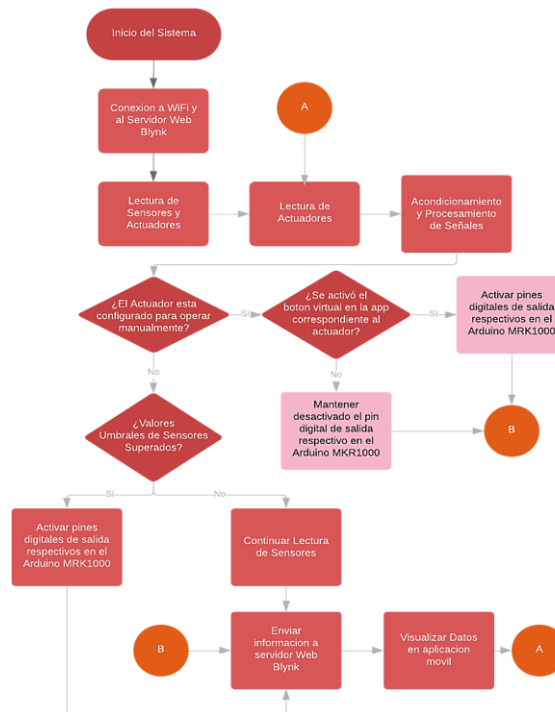
### Diseño y funcionamiento del código en el microcontrolador

La codificación del microcontrolador incluye las siguientes funciones:

- Acondicionamiento de Señales de los Sensores
- Automatización con respecto a los datos recolectados por los sensores
- Control manual del sistema
- Comunicación Wifi
- Envío de datos al servidor

El anterior proceso se resume en el diagrama de flujo presentado a continuación, como se muestra en la Figura 5:

Figura 5. Flujograma Funcionamiento Código



Fuente: Elaboración propia



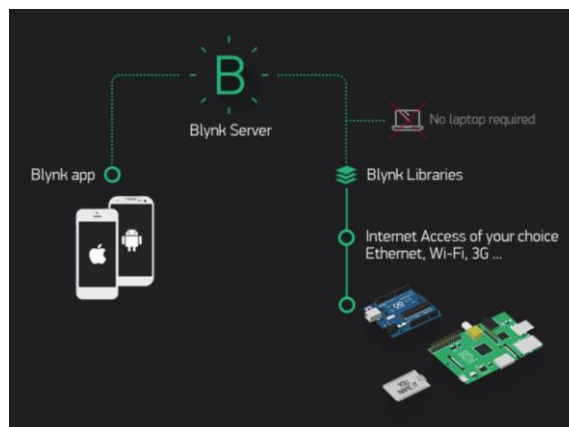
## Integración de la aplicación móvil para despliegue de información

Se utilizó la aplicación móvil Blynk [21] que permite crear interfaces creativas y funcionales para proyectos electrónicos usando varios widgets para representar información. Esta aplicación está orientada directamente a soluciones IoT. Al momento de descargar la aplicación Blynk, realizar el respectivo registro y posteriormente la crear la interfaz del proyecto en la APP, esta enviará al correo registrado un código llamado "AuthToken" el cual permitirá conectar el microcontrolador en cuestión al servidor Blynk y brindar el control por medio de la App.

### Conexión WiFi y al Servidor Blynk

Al ejecutar el sistema, se validan las credenciales preconfiguradas de la red WiFi para que este se conecte a internet y el AuthToken para que se conecte a la app, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Arquitectura Conexión Aplicación Blynk



Fuente: Tomado de [21]

## Resultados

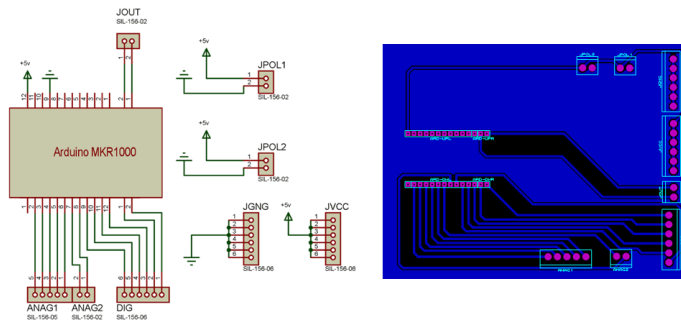
Se diseñó e implementó un Sistema Smart Home automatizado con IoT adaptado para funcionar en un hogar tamaño escala maquetado en material sintético y madera. Dicho sistema se administra mediante una aplicación móvil llamada "Blynk" que permite realizar el monitoreo de los datos recolectados por los sensores en tiempo real y controlar partes del sistema como luces led y servomotores para la apertura de puertas.

Los actuadores funcionan inmediatamente con un poco de latencia en ciertos casos debido a la conexión Wi-Fi y a la cantidad de dispositivos conectados al microcontrolador.

## Implementación del hardware

El diseño de las conexiones de los circuitos de los diferentes sensores, actuadores y el microcontrolador Arduino se realizó a través de la suite de Software Proteus, diagramando el esquemático circuital en la interfaz ISIS, el cual es la base para el diseño del circuito impreso PCB en la interfaz ARES.

**Figura 7.** Diagrama Esquemático Circuital y PCB del Proyecto



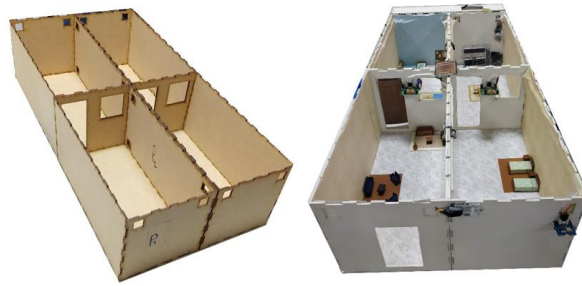
**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 7 se observan los componentes del circuito en el software ISIS; se optó por colocar pin-headers o conectores con la misma cantidad de terminales que los dispositivos a instalar, así como una fila doble de regleta para conectar el Arduino MKR1000. Se colocaron unos conectores adicionales para suministrar energía (5V y GND) a los sensores y actuadores. De igual manera, se conectaron en el software de diseño de tarjetas de circuitos impresos (PCB), los componentes de entrada y salidas (pin-headers, regletas y conectores) sobre la placa de circuito impreso, ordenados para ocupen el menor espacio entre ellos siguiendo las buenas prácticas de conexiones y diseño electrónico.

## Montaje del Sistema

Una vez realizado el diseño del circuito impreso, se procede a la fabricación física de la misma y posterior conexión de los elementos de soporte para los sensores, actuadores y microcontrolador. Luego de este proceso, se diseñó una maqueta, compuesta de 16 placas de madera tríplice, cortadas con una máquina láser, formando 4 habitaciones de la Smart Home. Se realiza sobre la maqueta pintado y adecuación de elementos de hogar a escala (cama, paredes, puertas, tapetes, cocina) (Figura 8). Finalmente se procedió a colocar en cada habitación los sensores, actuadores correspondientes y realizar el cableado hasta la parte posterior donde se dispuso la unidad de procesamiento con el microcontrolador.

**Figura 8.** Montaje del Sistema en Carcasa



**Fuente:** Elaboración propia

## Diseño de la Interfaz en la Aplicación Blynk

Se procede a diseñar en la aplicación Blynk, los indicadores de información de los sensores, botones para elementos de control y gráficas de histórico de valores de las señales recibidas, como se indica en la Figura 9.

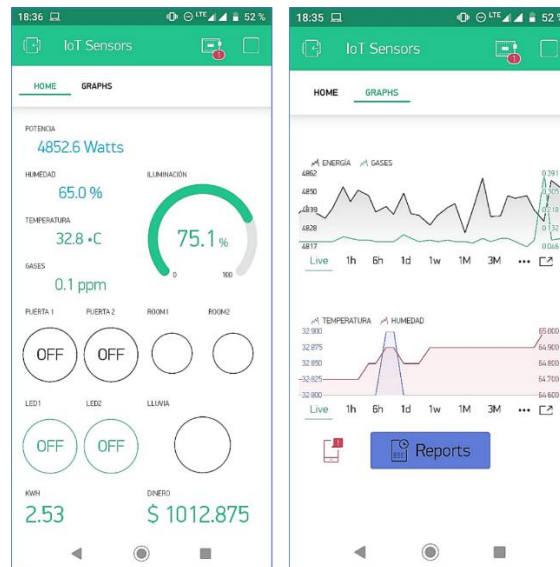
**Figura 9.** Diagrama de Bloques - Conexión Blynk



**Fuente:** Elaboración propia

Posterior a esto, se configuran los pines virtuales en el código del microcontrolador Arduino. Cada pin virtual recibirá la información de las variables tomadas por los sensores conectados al microcontrolador. En ese sentido, se envían las variables de potencia eléctrica, temperatura, humedad, movimiento, lluvia, porcentaje de iluminación, concentración de gas metano, consumo de energía eléctrica en kWh y valor asociado en dinero de dicho consumo. La aplicación permite crear una interfaz modular para cada proyecto IoT; se diseñó una interfaz amigable con el usuario y de fácil uso. Esta incluye una sección de gráficos, que muestra los datos recolectados por cada sensor en cuestión y permite llevar un registro histórico.

Figura 10. Interfaz Gráfica del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 se muestra la GUI (Interfaz Gráfica del Usuario) de la aplicación la cual consta de dos pestañas: HOME (Izquierda) y GRAPHS (derecha).

En la pestaña HOME se observan 8 Widgets para lectura de los sensores (Iluminación, Humedad, Temperatura, Movimiento, Lluvia, Concentración de Gases, Potencia actual en Watts, acumulada en kWh y costo asociado) los cuales presentan información en tiempo real de los sensores. También existen 4 Widgets en forma de botones para abrir o cerrar puertas y encender o apagar las luces de las habitaciones de la Smart Home.

En la pestaña GRAPHS, se muestran unas gráficas que registran los valores a través del tiempo y permiten guardar un histórico de los mismos, pudiendo presentar la evolución de la información en horas, días, semanas o meses.

La justificación bajo la cual se elaboró el proyecto está orientada al uso eficiente de las energías y simplicidad en la realización de labores de carácter cotidiano en el hogar. Todo esto, aprovechando las facilidades que brinda el IoT en la actualidad y en el campo de las ingenierías.

## Discusión

El Internet De Las Cosas, ha sido una tendencia que a medida que pasa el tiempo va creciendo de una manera exponencial, teniendo en cuenta que su primera inclusión fue realizada en el año 1999 por Ashton, quien afirmaba a la revista RFID Journal [22] en un discurso, que este podía cambiar el mundo como lo había hecho el internet. Si se utilizan las estadísticas, se observa que no es una exageración, ya que además de que las conexiones a internet

duplican la población mundial, según un estudio realizado por la empresa de tecnología Ericsson en el año 2018 [23], el crecimiento del IoT será tal, que en el año 2023 habrá 3.500 millones de conexiones IoT y en el sector económico la IDC predice que en el 2022 se gastará más de 1 billon de dólares en esta tecnología.

Ahora bien, habitualmente solo se hablaba de esta tecnología, sin embargo, se han incluido nuevas tendencias que son apoyadas por el IoT y que sin duda cambiarían el mundo. Entre esas nuevas tendencias se encuentran los hogares inteligentes o Smarthome, concepto sobre el cual trabajan los países del “primer mundo”. Dichos hogares inteligentes se ajustan a las variables ambientales o al comportamiento del usuario y que incluso es posible controlarse por medio de un dispositivo móvil o electrónico. Sin embargo, las alternativas Smart Home/IoT que brindan estos países, puede que contengan muchísimas cualidades, pero son soluciones muy costosas y quizá con poca facilidad cuando se habla de adaptarse a la vida cotidiana de muchas familias.

Por otro lado, existen plataformas de código abierto, y aplicaciones móviles exclusivamente diseñadas para el uso o aplicación de proyectos IoT, lo que permite obtener las facilidades de estas tecnologías a un menor costo.

Bajo este argumento trabaja el “Prototipo de Smart Home automatizado con IoT” expuesto en el presente artículo. En el que mediante la utilización de plataformas de código abierto como IDE Arduino y App Blynk se ha venido solventando estas necesidades de desarrollo y automatización, evitando perder la esencia de la preservación de los recursos, utilización de las energías limpias y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Se logró integrar varios sensores para que trabajaran en conjunto conectados a internet, siendo a su vez administrados por medio de una aplicación móvil; se desarrolló una etapa de automatización electrónica que trabaja en función a los datos recogidos por los sensores, lo que permite también la inclusión del término Big Data y le da innovación al desarrollo del proyecto.

Luego de desarrollada la etapa de prototipado, se observó latencia en la transmisión de datos, que podía presentarse por varios motivos: varios sensores conectados a un solo microcontrolador o la velocidad de conexión. Esto se solucionó integrando una red inalámbrica de mayor velocidad en el proyecto.

Con respecto a esto último, varias empresas de carácter internacional trabajan en la tecnología 5G que con áreas de cobertura más pequeñas y una nueva frecuencia de transmisión, lo que permitirá duplicar las velocidades alcanzadas por la cuarta generación de telefonía celular o LTE, lo que sin duda, mejorara la implementación del Internet de las Cosas y el aprovechamiento de todas las cualidades positivas que esta solución trae consigo.

## Conclusiones

En el presente artículo se presenta el desarrollo de un proyecto tecnológico donde se ha diseñado e implementado un sistema de automatización de un hogar inteligente (Smart Home) el cual a través de múltiples instalaciones en entornos domésticos tendrá un acercamiento al Internet de las Cosas, IoT. El prototipo desarrollado fue implementado en una maqueta de una casa de 4 habitaciones, sin embargo, el modelo es aplicable para hogares en general y también puede llevarse a otros escenarios como edificios, instituciones educativas, pequeñas empresas con el fin de realizar monitoreo en tiempo real, automatización y control de dispositivos electrónicos.

Características adicionales como el apagado automático de dispositivos al tiempo que se envían notificaciones de emergencia hacia un celular o tablet pueden ser muy útiles al momento de realizar un proceso de monitoreo y control más detallado dentro del hogar.

De manera similar, se pueden obtener datos históricos y en tiempo real de mediciones de temperatura, humedad, concentración de gases, porcentaje de iluminación y controlar la apertura y cierre de puertas, ventanas y electrodomésticos desde cualquier lugar utilizando la aplicación.

Debido a que la popularidad de los smartphones es muy amplia hoy día, este sistema que cuenta con una interfaz de usuario amigable puede ser usado para el beneficio de las personas, teniendo no únicamente el punto de vista económico al automatizar su sistema, sino también un impacto positivo al medio ambiente con el monitoreo y minimización del consumo de energía eléctrica en el hogar.

Los trabajos futuros para este proyecto incluyen: 1) Implementación de la solución en un ambientes residenciales e industrias de pequeña escala. 2) Integración de sensores inalámbricos para formar una red de sensores inalámbricas (WSN). 3) Análisis de Big Data de los datos recolectados a través de herramientas y técnicas pertinentes.

## Referencias bibliográficas

1. Gartner, [En línea] 2019. Disponible en: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-29-gartner-says-5-8-billion-enterprise-and-automotive-ii>
2. R. Piyare, "Internet of Things: Ubiquitous Home Control and Monitoring System using Android based Smart Phone", *International Journal of Internet of Things*, vol. 2, pp. 5-11, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5923/j.ijit.20130201.02>

3. C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen and D. Georgakopoulos, "Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, n°. 1, pp. 414-454, First Quarter 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/SURV.2013.042313.00197>
4. L. D. Xu, W. He and S. Li, "Internet of Things in Industries: A Survey," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 10, n°. 4, pp. 2233-2243, Nov. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/TII.2014.2300753>
5. Mussab Alaa, A.A. Zaidan, B.B. Zaidan, Mohammed Talal and M.L.M. Kiah, "A review of smart home applications based on Internet of Things", *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 97, pp. 48-65, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.08.017>.
6. Z.A. Almusaylim and Zaman, "A review on smart home present state and challenges: linked to context-awareness internet of things (IoT)", *N. Wireless Netw*, vol. 25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11276-018-1712-5>
7. A. Singh, A. Payal and S. Bharti, "A walkthrough of the emerging IoT paradigm: Visualizing inside functionalities, key features, and open issues", *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 143, pp. 111-151, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.06.013>.
8. D. Kotani, "An Architecture of a Network Controller for QoS Management in Home Networks with Lots of IoT Devices and Services", *2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA*, pp. 1-4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/CCNC.2019.8651866>
9. J. Bugeja, A. Jacobsson, y P. Davidsson, "An Empirical Analysis of Smart Connected Home Data", *Georgakopoulos D., Zhang LJ. (eds) Internet of Things – ICIOT 2018. ICIOT 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 10972. Springer, Cham, 2018*. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94370-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94370-1_10)
10. S. Marksteiner, V. J. E. Jimenez, H. Valiant and H. Zeiner, "An overview of wireless IoT protocol security in the smart home domain", *2017 Internet of Things Business Models, Users, and Networks*, Copenhagen, pp. 1-8. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/CTTE.2017.8260940>
11. S. B. Kgope and K. A. Ogudo, "Development of a Wireless Intelligent Electronic Control System GSM/GPRS Unit Module Configuration for Smart Home Efficient Energy Management System", *2018 International Conference on Intelligent and Innovative Computing Applications (ICONIC), Plaine Magnien*, pp. 1-5. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICONIC.2018.8601290>

12. A. Nikoukar, S. Raza, A. Poole, M. Güneş and B. Dezfouli, "Low-Power Wireless for the Internet of Things: Standards and Applications", *IEEE Access*, vol. 6, pp. 67893-67926, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2879189>
13. K. Guravaiah and R. Leela Velusamy, "Prototype of Home Monitoring Device Using Internet of Things and River Formation Dynamics-Based Multi-Hop Routing Protocol (RFDHM)", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 65, n°. 3, pp. 329-338, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/TCE.2019.2920086>
14. H. Singh, V. Pallagani, V. Khandelwal and U. Venkanna, "IoT based smart home automation system using sensor node", *2018 4th International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT), Dhanbad*, pp. 1-5. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/RAIT.2018.8389037>
15. K. Guravaiah and R. Leela Velusamy, "Prototype of Home Monitoring Device Using Internet of Things and River Formation Dynamics-Based Multi-Hop Routing Protocol (RFDHM)", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 65, n°. 3, pp. 329-338, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/TCE.2019.2920086>
16. D. I. Cendana, N. V. Bustillo, T. D. Palaoag, M. A. Marcial and A. E. Perreras, "Harnessing Energy Consumption in a Smarthome IoT Framework", *2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), Halifax, NS, Canada*, pp. 88-96, 2018. DOI: [https://doi.org/10.1109/Cybermatics\\_2018.2018.00048](https://doi.org/10.1109/Cybermatics_2018.2018.00048)
17. Programar Fácil, [En línea] 2019, Disponible en: <https://programarfacil.com/podcast/aplicaciones-del-iot-reales/>
18. A. Tulenkov, A. Parkhomenko, A. Sokolyanskii, A. Stepanenko and Y. Zalyubovskiy", *The Features of Wireless Technologies Application for Smart House Systems*, "2018 IEEE 4th International Symposium on Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS-SWS), Lviv", pp. 1-5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/IDAACS-SWS.2018.8525842>
19. Tienda ElectroniLAB, Categorías de Productos Electrónicos, [En línea], 2019, Disponible en: <https://electronilab.co/categorias/>
20. Guía de Arduino, [En línea], 2019, Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Guide/MKR1000>
21. Blynk IoT Platform, [En línea], 2019, Disponible en: <https://blynk.io/>



22. K. Ashton, That “Internet of Things” Thing. *RFiD Journal*, vol. 22, 97-114, 2009.
23. Internet of Things forecast – Ericsson Mobility Report, 2018, [En Línea] Disponible en: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/internet-of-things-forecast>