

Sistema de Monitoreo y Control de Variables del Entorno Doméstico Orientado a IoT

**IoT-Oriented Monitoring and Control System for Domestic
Enviroment Variables**

Jesús Eduardo Mendoza Padilla*

Mauricio Alexander Marín Mendoza**

* Ingeniero Electrónico. Magíster en Telemática y Telecomunicaciones. Universidad del Norte. Barranquilla, Atlántico / Colombia. Docente Facultad de Ingenierías de la Institución Universitaria ITSA. jesmendoza@itsa.edu.co

** Técnico Profesional en Instalación y Mantenimiento de Redes de Telecomunicaciones, Institución Universitaria ITSA, Barranquilla, Atlántico / Colombia. malexandermarin@itsa.edu.co

Fecha de recepción: 22 de septiembre de 2018

Fecha de aceptación: 18 de octubre de 2018

Citación:

Mendoza, J., & Marín, M. (2018). Sistema de Monitoreo y Control Orientado a IoT. Gestión, Competitividad e innovación(Julio-Diciembre), 52-66.

RESUMEN

El propósito de este artículo consiste en mostrar el desarrollo de un proyecto en curso basado en el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control automatizado para entornos domésticos que trabaja en función a los datos recogidos por diversos sensores (Luminosidad, Gas, Corriente eléctrica, Temperatura y Humedad) los cuales son visualizados en una aplicación móvil llamada BLYNK. Esto se logra gracias a la utilización de Arduino MKR1000 conectado a una red WLAN como solución inalámbrica orientada a IoT, el cual permite a través de redes de datos y sistemas de comunicación remota alcanzar beneficios importantes respecto al ahorro energético, económico y preservación de energías no renovables.

Palabras Claves: Internet de las Cosas IoT, Blynk, Monitoreo, Control Automático, Entorno Doméstico.

ABSTRACT

The document presented here reflects an experience of research by developing a project that is based on the design and implementation of a system of monitoring and control automated domestic environments which works according to the data collected by different sensors (light, Gas, electric current, temperature and humidity) which are displayed in a mobile application called BLYNK. This process is accomplished through the use of Arduino MKR1000 connected to a WLAN network as wireless solution based on IoT, which allows us through remote communication systems and data networks important benefits such as energy and economic savings and preservation of non-renewable energy

Keywords: Internet of Things IoT, Blynk, monitoring, Automatic Control, Home environment.

1. Introducción

“Si tuviésemos ordenadores que fuesen capaces de saber todo lo que pudiese saberse de cualquier cosa –usando datos recolectados sin intervención humana– seríamos capaces de hacer seguimiento detallado de todo, y poder reducir de forma importante los costes y malos usos. Sabríamos cuando las cosas necesitan ser reparadas, cambiadas o recuperadas, incluso si están frescas o pasadas de fecha.

El Internet de las cosas tiene el potencial de cambiar el mundo como ya lo hizo Internet. O incluso más.” Ashton (1999). A través de esta frase, el profesor del MIT realizó la primera introducción de la expresión Internet of Things (IoT) de forma pública en el RFID JOURNAL, y desde entonces el crecimiento y la expectación alrededor del término ha ido en aumento de forma exponencial.

Como muestra de este crecimiento están las abismales estadísticas que ponen al IoT en el podio de las tecnologías con mayor tendencia en el mundo: Según ERICSSON (2018, p. 3), en el año 2023 habrá 3.500 millones de conexiones móviles de IoT y en el sector

económico la IDC predice que en el 2022 se gastará más de 1 billón de dólares en esta tecnología.

Sin embargo, la eficiencia energética y de los recursos no deja de ser una problemática a nivel mundial que, debido a su permeabilidad en todos los sectores de la sociedad, es un tema de suma importancia.

Actualmente se usan muchos dispositivos electrónicos, bombillas, calentadores, luces, entre otros, que no son eficientes energéticamente; electrodomésticos que presentan fallas que ocurren de manera poco perceptible y ponen en peligro los recursos no renovables; dispositivos que son usados de manera independiente, y muchas veces mal usados; todo esto sin ninguna gestión, según menciona Montes (2017, p. 1).

Por lo que el planteamiento de una solución para la gestión de estos, orientada a IoT y apoyado en plataformas electrónicas diseñadas especialmente para estos fines como Arduino y software como lo es BLYNK®, que gracias a sus licencias de código abierto, brindan mayor amabilidad al usuario y facilidad de uso, puede generar una gran aceptación en cualquier entorno social, gracias a sus beneficios.

Este proyecto tiene como fin la implementación de un sistema que permita monitorear y controlar (Manual o Automáticamente) variables del entorno doméstico como: temperatura, humedad, iluminación, concentración de gases metano y energía eléctrica. Funciona con base en los datos recogidos por sensores IoT enviados a un ARDUINO conectado a la WLAN que a través de la nube envía información a un dispositivo móvil por medio de una aplicación que despliega los datos recogidos por los sensores de manera gráfica.

Dependiendo los datos obtenidos, el sistema actúa de manera automática, decidiendo si apaga o enciende un bombillo, si activa o desactiva un ventilador, si abre o cierra una ventana, si habilita o inhabilita un tomacorriente, entre otras acciones programables. Con esta propuesta se busca optimizar el uso de las energías no renovables, cuidado de medio ambiente, mejorar el factor salud y económico (Hogar), evitar accidentes, y explotar al máximo las soluciones las tecnologías del siglo XXI, puntos en los cuales radica su mayor importancia.

2. Métodos y Materiales

2.1. Arquitectura IOT

La capa física se compone de los dispositivos que deben controlarse. Los sensores para detectar las condiciones ambientales circundantes también están conectados a esta capa. La capa de enlace de datos consiste en un enrutador de puerta de enlace IoT (en el presente proyecto se ha utilizado un Arduino MKR1000 como enrutador de puerta de enlace), un administrador de dispositivos y varios protocolos de comunicación. Esta capa vincula los electrodomésticos o dispositivos en general a monitorear con el servidor web o la nube a través de la comunicación wifi.

La aplicación y la capa de presentación consisten en un protocolo web. Esta capa constituye el diseño de una página web para acceder a los dispositivos conectados a la capa de percepción a través de una PC o computadora portátil, o la construcción de una aplicación móvil de Android o iOS si los dispositivos deben controlarse y monitorearse a través de teléfonos inteligentes.

2.2. 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.



Figura 1. Módulo Arduino MKR1000

Fuente: Arduino.cc

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.

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. Este dispositivo es el que permite la conexión a internet de cada uno de los sensores en el sistema, además es el procesador de datos. En él, se codifican los condicionales para que el sistema actúe de manera automática dependiendo la información recogida por los sensores.

Se tuvo en cuenta debido a que su desarrollo fue especialmente para proyectos IoT, su tamaño, y que además cuenta con una Shield WiFi y gran variedad de puertos que permite que el sistema sea versátil.

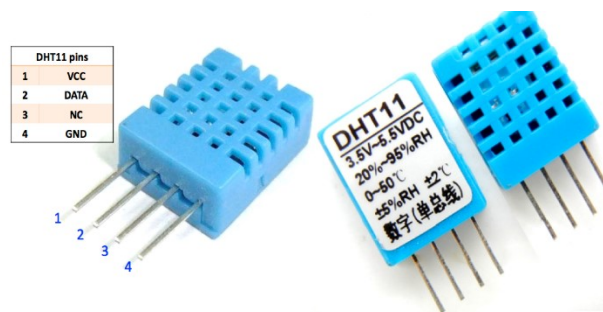


Figura 2. Sensor Temperatura y Humedad DHT11

Fuente: Amazon.com

El DHT11 es un sensor de temperatura y humedad digital de bajo costo. Este dispositivo posee un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circulante y arroja los datos mediante una señal de salida 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.

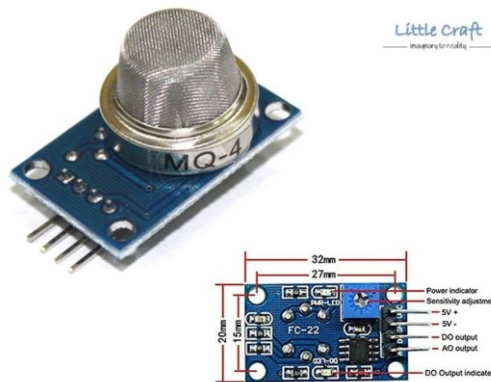


Figura 3. Sensor de Gas MQ-4

Fuente: Lelong.my

El sensor MQ-4 puede detectar concentración de gas metano en el aire desde 300 ppm hasta 10000 ppm. Posee una alta sensibilidad y tiempo de respuesta rápido, caracterizado por tener su salida analógica de 0v a 5v.

Esta versión tiene incorporado un circuito integrado comparador de tensión LM393 y un potenciómetro para calibrar la salida digital. Todo esto con el fin de mejorar la precisión en la toma de datos.



Figura 4. Módulo Grove- Light Sensor

Fuente: solarbotics.com

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.



Figura 5. Sensor de Corriente Eléctrica SCT013 – 030

Fuente: Lelong.my

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.

Una ventaja de SCT-013 es que no se necesita interrumpir (cortar o desempalmar) el cable por donde circula la corriente en el dispositivo en el entorno doméstico, esto porque al igual que una pinza amperimétrica tiene el núcleo partido.

En este proyecto se utilizó la versión SCT013 – 030 el cual permite realizar medidas en un rango de 3A. Este modelo tiene una resistencia de carga interna, entregándonos una salida de voltaje. La relación es de 30A/1V.

3. 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.

3.1. Diseño del Hardware

En la Figura 6, se encuentran relacionados los 4 sensores (Humedad/Temperatura, Gas, Luz y Corriente) a los cuales se les asignó un pin al micro controlador. 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 bombilla Led o un dissipador de energía/ventilador.

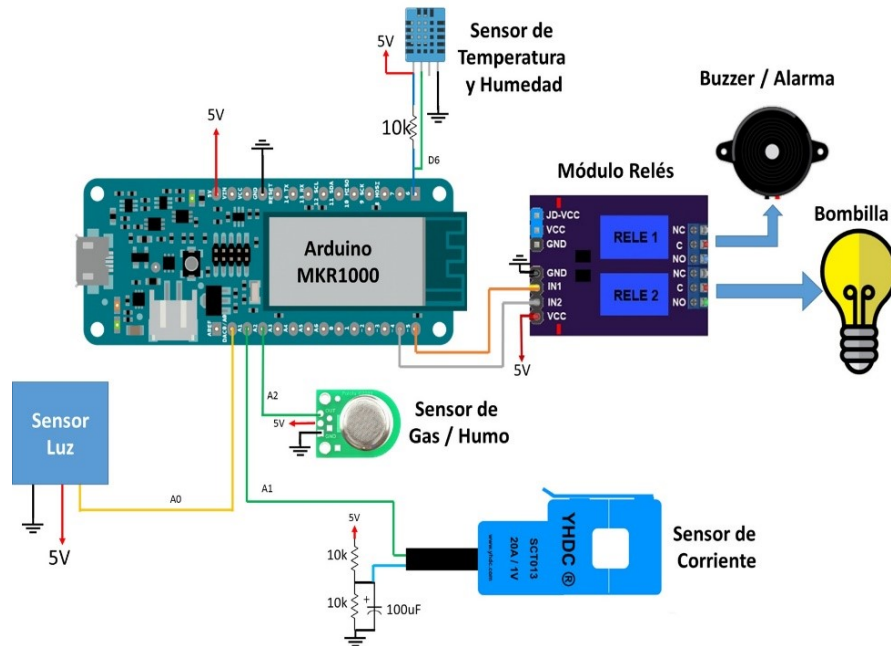


Figura 6. Diagrama Esquemático - Circuito Electrónico del Sistema

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 1. Asignación Pines: Sensores - Microncontrolador

Sensor de Luz	Pin A0
Sensor de Corriente	Pin A1
Sensor de Gas	Pin A2
Sensor de Temperatura	Pin D6

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 2. Asignación Pines: Módulo Salida - Microncontrolador

Alarma Buzzer	Pin 4
Bombilla LED	Pin 5

Fuente: Elaboracion propia

3.2 Diseño e Implementación del código del Arduino MKR1000

La codificación del microcontrolador incluye las siguientes funciones:

- Acondicionamiento de Señales de los Sensores
- Automatización
- Comunicación Wifi
- Envío de datos al servidor

El anterior proceso puede resumirse en el siguiente diagrama de flujo:

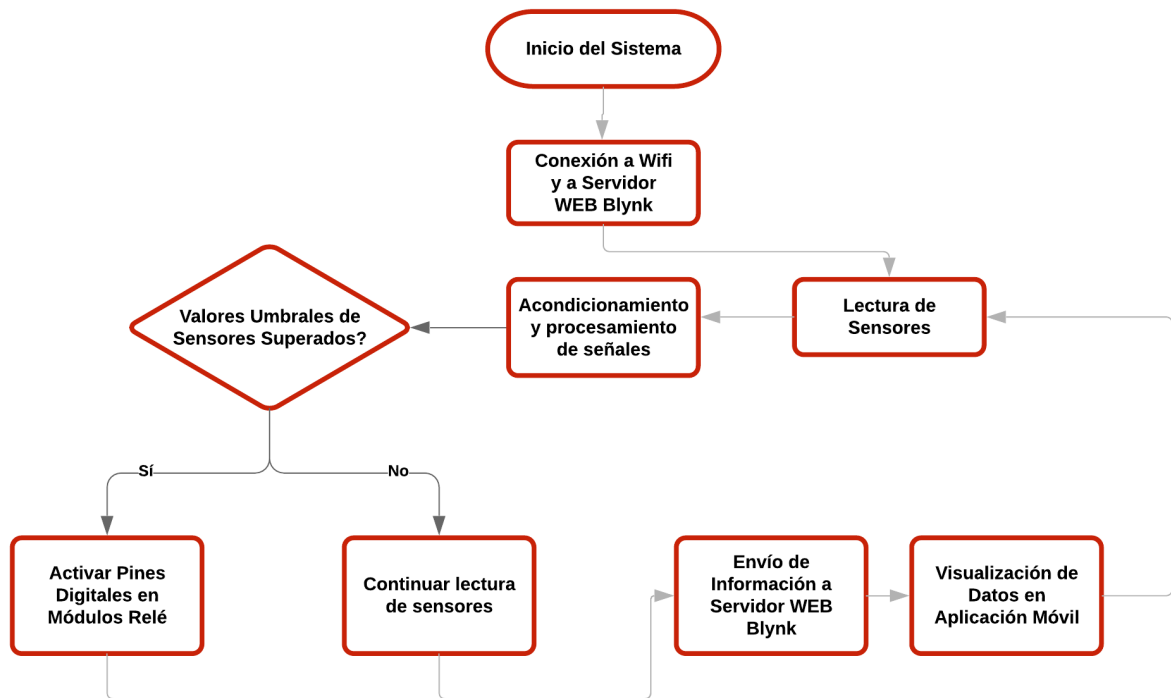


Figura 7. Diagrama de Funcionamiento

Fuente: Elaboracion propia

3.2.1 Conexión a Wifi y a Servidor Blynk

Al iniciar el microcontrolador, se deben validar las credenciales preconfiguradas de la red inalámbrica para que el dispositivo se enlace a la red Wifi y posterior conexión con el servidor Blynk a través de un token suministrado al momento de crear la cuenta de usuario.

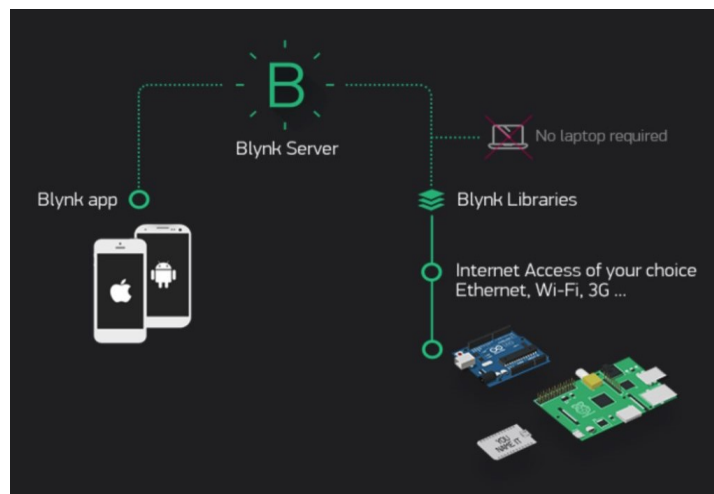


Figura 8. Arquitectura Conexión Aplicación Blynk

Fuente: Elaboracion propia

Aplicación Blynk: Permite crear interfaces creativas y funcionales para proyectos electrónicos usando varios widgets para representar información.

Blynk Server: Es responsable de todas las comunicaciones entre el teléfono inteligente y el hardware. También es posible usar la nube pública Blynk Cloud o ejecutar en un servidor privado Blynk localmente. El servidor es de código abierto y es posible conectar a él cientos de dispositivos.

Librerías Blynk: Permite la comunicación con el servidor en muchas plataformas de hardware populares y procesar todos los comandos entrantes y salientes.

3.2.2 Configuración de los Sensores y Actuadores

Las señales proporcionadas por los sensores, en el caso de que se requieran, son acondicionadas o acopladas eléctricamente a través de una etapa de instrumentación antes de ser conectadas al microcontrolador Arduino.

Este realiza el proceso de la información con las librerías instaladas de cada sensor, para obtener los valores relativos de las señales físicas de temperatura, humedad, iluminación, concentración de gases y consumo de energía eléctrica.

A través de la lectura continua de estos sensores, es posible tomar decisiones automáticamente en un entorno doméstico como encender una luz si el porcentaje de iluminación cae debajo de un umbral, activar un ventilador y diferentes alarmas si se encuentran fugas de gas metano o altas temperaturas y recibir notificación si se ha excedido la cantidad de energía eléctrica consumida en el día. El sistema siempre debe estar conectado a Internet para enviar las variables hacia el servidor Blynk, con el fin de desplegarlas en la aplicación.

3.2.3 Diseño de la Interfaz en la Aplicación Blynk

En este proceso se inicializa la conexión con el servidor web Blynk para su posterior envío de información.

Se procede a diseñar en la aplicación, los indicadores de información de los sensores y gráficas de histórico de valores de las señales recibidas.

En la Figura 9 se muestra la interfaz del usuario en el sistema, consta de dos Tabs: Tab 1 (Izquierda) y la de la derecha la Tab 2.

En la Tab 1 se observan 7 Widgets. (Iluminación, Potencia, Humedad, Temperatura, Gases, Gráfico: Humedad y Temperatura, Tabs), los cuales presentan información en tiempo real de los sensores, mientras que las gráficas registran los valores y permiten guardar un histórico de los mismos.

Cada Widget a excepción del TABS tiene asignado un pin virtual, que a su vez es configurado en el código del microcontrolador para que de este modo la información recogida por los sensores sea enviada al dicho widget correspondiente en la app BLYNK.

Si se pulsa sobre uno de los widgets de la interfaz aparecerá un menú como el de la Figura 10. En el Output se selecciona el Pin Virtual que se desee, teniendo en cuenta que cada pin

virtual sólo puede ser usado por un widget. Los otros dos recuadros de la derecha, indican los valores máximos o mínimos que acepta el Widget.

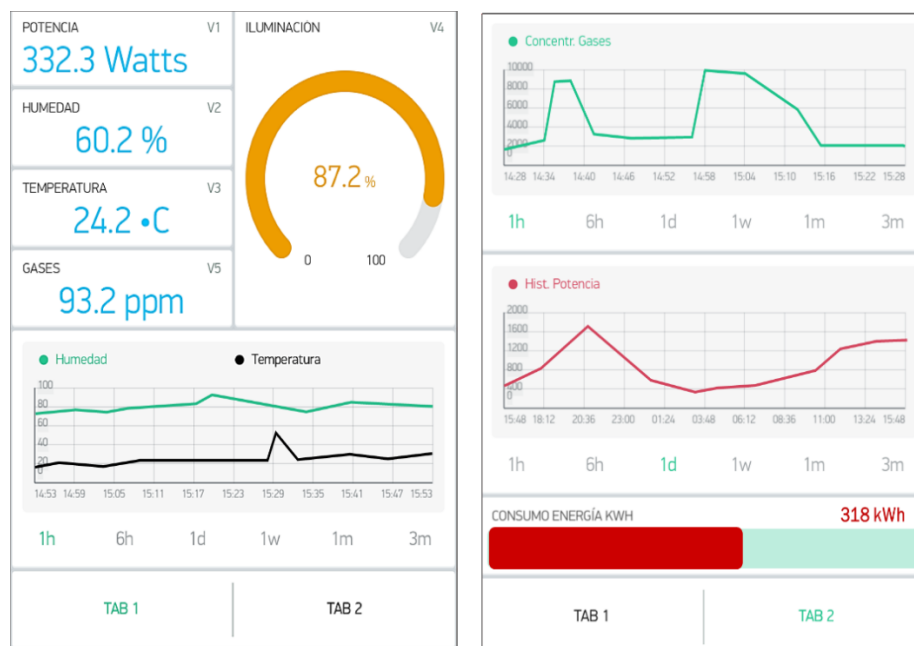


Figura 9. Interfaz Gráfica Diseñada en Blynk

Fuente: Elaboracion propia

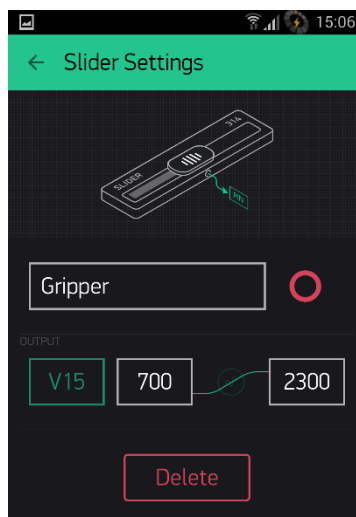


Figura 10. Ejemplo Asignación PIN Virtual

Fuente: Elaboracion propia

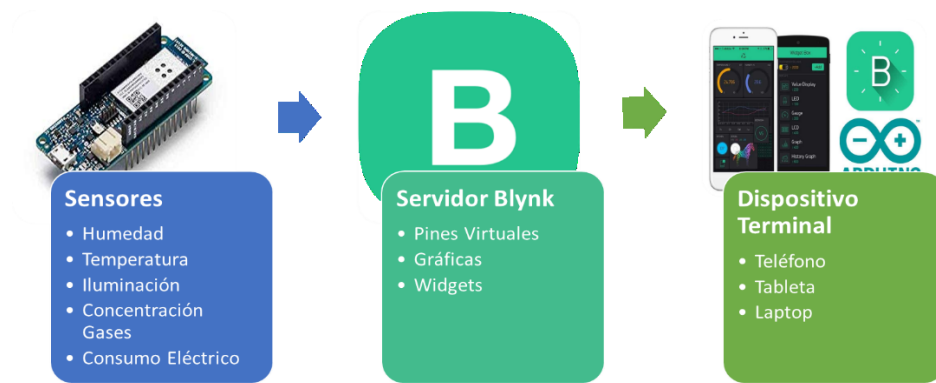


Figura 11. Diagrama de Bloques Conexión Blynk

Fuente: Elaboración propia

Luego de esto, se configuran los pines virtuales en el código del 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, porcentaje de iluminación, concentración de gas metano, consumo de energía eléctrica en kWh y valor asociado en dinero de dicho consumo.

3.3 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, específicamente, el diagrama esquemático circuital en la interfaz ISIS y el diseño de la placa de circuito impreso en la interfaz ARES.

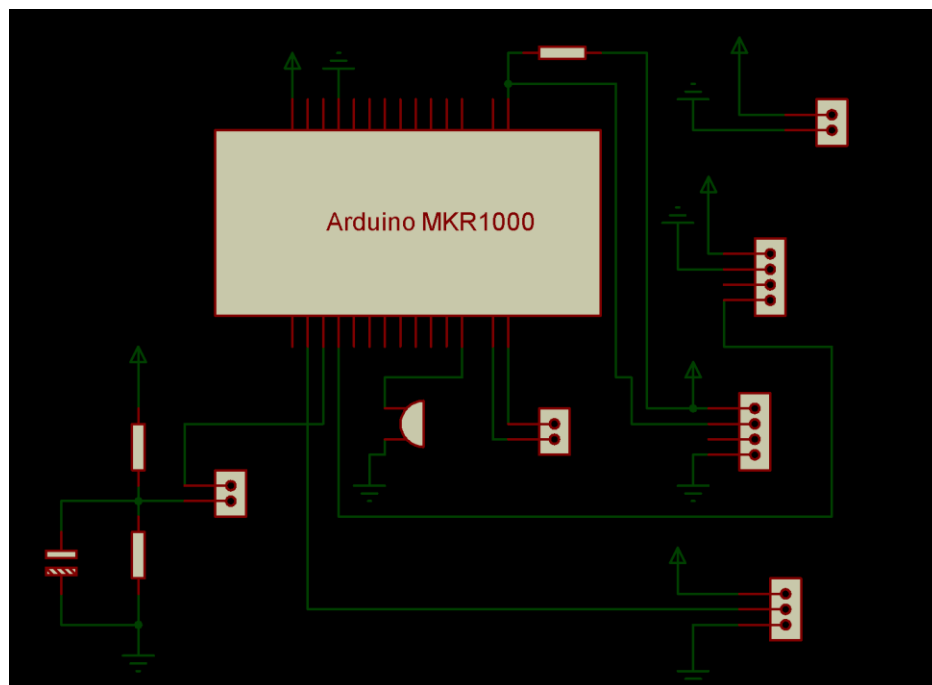


Figura 12 . Diagrama Esquemático Circuital del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12 se observan los componentes circuitales en el software ISIS, teniendo en cuenta que algunas referencias de los sensores no se pudieron encontrar dentro del software, por tal motivo se optó por colocar pin-headers o conectores con la misma cantidad de terminales que los dispositivos a instalar.

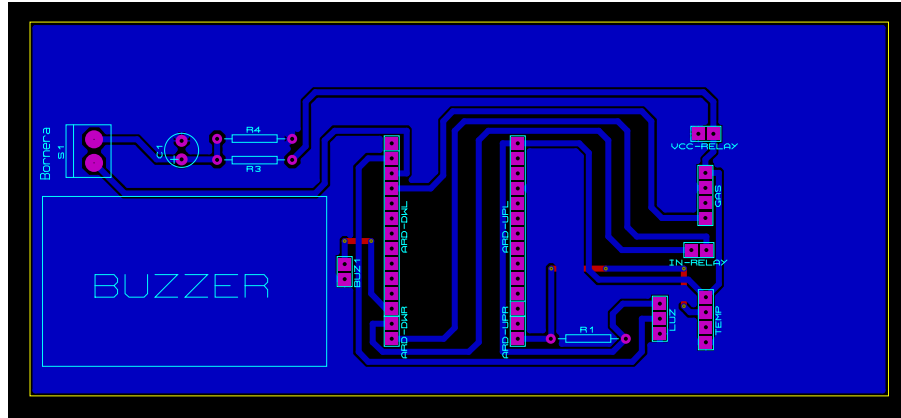


Figura 13. Diseño de Circuito Impreso del Proyecto

Fuente: Elaboracion propia

En la Figura 13 se muestran sobre el software de diseño de PCB, Ares, los componentes (conexión a sensores, actuadores y microcontrolador) sobre la placa de circuito impreso, ordenados para ocupen el menor espacio entre ellos siguiendo las buenas prácticas de conexiones y diseño electrónico.

3.4 Montaje del Sistema

Una vez realizado el diseño del circuito impreso, se procede a la fabricación física de dicha PCB, y posterior conexión de los elementos de soporte para los sensores, actuadores y microcontrolador. Por otro lado, se diseñó una carcasa a medida en acrílico para colocar la PCB y que quedara sujeta a través de tornillos, para evitar desplazamiento de los componentes internos.

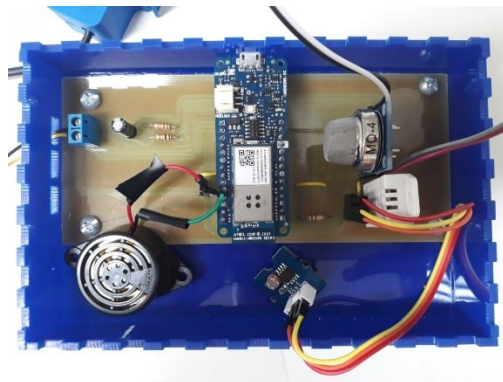


Figura 14. Montaje del Sistema en Carcasa

Fuente: Elaboracion propia

En la Figura 14, se pueden observar los sensores de Temperatura/Humedad, Gas y Luminosidad, con el Buzzer y el Arduino MKR1000, dispuestos dentro de la carcasa.



Figura 15. Vista Superior del Sistema con tapa

Fuente: Elaboracion propia

En la Figura 15, se pueden observar los cuatro sensores IOT: Corriente eléctrica, Temperatura/Humedad, Luminosidad y Gas. El Arduino MKR1000 y el circuito impreso están protegidos por una cubierta de acrílico que cierra la carcasa, pero exhibe los sensores por afuera. Finalmente en la Figura 16 se muestra el prototipo acoplado a un módulo relé para activación de cargas como Leds y disipadores según eventos sucedidos al monitorear las variables en el sistema IoT.



Figura 16. Sistema de Monitoreo y Control acoplado a módulo Relé, Leds y Disipador

Fuente: Elaboracion propia

Conclusiones

En el presente artículo se muestra el desarrollo de un proyecto tecnológico en curso donde se diseña e implementa un sistema de monitoreo y control el cual a través de múltiples instalaciones en un entorno doméstico tendrá un acercamiento al Internet de las Cosas IoT. El prototipo desarrollado es aplicable para sistemas de seguridad en tiempo real en hogares, automatización y sistemas de control y monitoreo remotos.

Las aplicaciones de este proyecto pueden ser mejoradas al usar diferentes sensores y dispositivos a controlar dentro de un entorno doméstico. Otras características, 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.

Una de las ventajas de esta aplicación es que puede compartirse con todos los miembros de la familia del hogar a monitorear. Cuando un miembro monitorea un evento específico de un dispositivo desde Blynk, la acción será evidente para todos los demás miembros que comparten la aplicación. De manera similar, se pueden obtener datos históricos y en tiempo real de mediciones de temperatura, humedad, concentración de gases, porcentaje de iluminación desde cualquier lugar utilizando la aplicación.

Además, este sistema puede emplearse en muchos lugares, como bancos, hospitales, laboratorios, estaciones de tráfico, apartamentos residenciales, casas, calles, granjas avícolas, invernaderos, etc. En pocas palabras, este sistema se puede usar en múltiples campos y áreas para hacerlos operar de manera inteligente.

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, no sólo desde el punto de vista económico al automatizar su sistema, sino también en aras de impactar positivamente al medio ambiente con la 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) Minimización de la carcasa y dimensiones del dispositivo final. 3) Integración de sensores inalámbricos para formar una WSN. 4) Análisis de Big Data de los datos recolectados a través de herramientas y técnicas pertinentes.

Referencias

- Ashton, K. (1999). That 'Internet of Things' Thing, RFID Journal
- Montes H., Pacheco A., Ramos H. (2017). Monitoreo del Consumo de Energía Eléctrica Doméstica con Arduino-. Universidad Católica de Santa María. Perú
- Ericsson Mobility Report, (Junio de 2018). <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-june-2018.pdf>
- Swart, H. P. y James, A. (2015). A customizable energy monitoring system for renewable energy systems. Conference: SAUPEC 2015, At Resolution Circle Towers in Napier Road in Milpark – Johannesburg, Milpark – Johannesburg,
- Vega A., Santamaría P. y Rivas E. (2014). Internet de los objetos. Univesidad EAN. Colombia.
- Revista Gestión, Competitividad e Innovación. Julio-Diciembre 2018. ISSN: 2322-7184.
Politécnico de la Costa Atlántica, Claustro Santa Bernardita, Barranquilla, Colombia
www.pca.edu.co/investigacion/revistas/index.php/gci/

Srividyadevi, P., Pusphalatha, D. y Sharma, P., (2013). Measurement of Power and Energy Using Arduino. Research Journal of Engineering Sciences. India.

Tamkittikhun, N., Tantidham, T. y Intakot, P. (2015). AC power meter design based on Arduino: Multichannel single-phase approach. International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC). India.

Sonandkar, V., Bhati, A., Gupta, D., Chouchan, S., Kinhekar, N. y Padhy N. (2016). Power measurement using arduino for effective demand response. IEEE 6th International Conference on Power Systems (ICPS). India.

Página Oficial de Arduino. [Online]. Disponible:
<https://www.arduino.cc/en/Guide/MKR1000>

OpenEnergyMonitor Documentation [Online]. Disponible:
<http://openenergymonitor.org/emon/>