

Application of IoT Using Voice Commands for Lighting and Ventilation Control as an Alternative for the Geriatric Sector

Verónica Estefanía Zamora Lovo¹, Florencia Eugenia Jarquín Quezada², and Mariela Patricia Quijano Durán³

Faculty Mentor: Douglas Adalberto Aguilar

¹ Universidad Evangélica de El Salvador, El Salvador,

veronicazamora2002@gmail.com, jarquineu@gmail.com, marielaquijano.22@gmail.com, douglas.aguilar@uees.edu.sv

Abstract– In today's world, the implementation of IoT-based smart homes has become a prominent area of research. The meaning of home automation is the monitoring and control of home appliances remotely with the use of the concept we know as the Internet of Things (IoT). The goal of IoT is to connect users with the "Interconnection of Things" to make life easier, and the goal of a smart home is to bring comfort and convenience to our lives, so it is with the help of IoT that this becomes possible. Through this method, different devices or computers can be controlled and operated through applications for all kinds of devices. We propose a practical project that seeks to solve the unnecessary use of electricity, allowing through a system based on Arduino UNO remote control of lighting and ventilation of a home, using voice commands.

Keywords– Internet of Things, App Inventor, Domotic, IoT Architecture.

Aplicación de IoT Mediante Comandos de Voz para Control de Iluminación y Ventilación como Alternativa para el Sector Geriátrico

Verónica Estefanía Zamora Lovo¹, Florencia Eugenia Jarquín Quezada², and Mariela Patricia Quijano Durán³

Faculty Mentor: Douglas Adalberto Aguilar

¹ Universidad Evangélica de El Salvador, El Salvador,

veronicazamora2002@gmail.com, jarquineu@gmail.com, marielaquijano.22@gmail.com, douglas.aguilar@uees.edu.sv

Abstract– En la actualidad, la implementación de hogares inteligentes basados en IoT se ha convertido en un área prominente de investigación. El significado de la automatización del hogar es el monitoreo y control de electrodomésticos de forma remota mediante el uso del concepto que conocemos como Internet de las cosas (IoT). El objetivo del IoT es conectar a los usuarios con la "Interconexión de las cosas" para hacer la vida más fácil, y el objetivo de un hogar inteligente es brindar comodidad y conveniencia a nuestras vidas, y es con la ayuda del IoT que esto se vuelve posible. A través de este método, diferentes dispositivos o computadoras pueden ser controlados y operados mediante aplicaciones para todo tipo de dispositivos. Proponemos un proyecto práctico que busca resolver el uso innecesario de electricidad, permitiendo a través de un sistema basado en Arduino UNO el control remoto de la iluminación y ventilación de un hogar, utilizando comandos de voz.

Keywords– Internet de las Cosas, App Inventor, Domótica, Arquitectura IoT.

I. INTRODUCCIÓN

Existe una gran variedad de aplicaciones que pueden apoyar a personas de edad avanzada a tener una vida más cómoda. Entre ellas se puede observar el uso de robots para asistencia los cuales pueden llevar medicamentos y otras necesidades de las personas de edad avanzada [1]. Otra alternativa es el uso de sensores para que ellos puedan movilizarse y ser prevenidos de posibles obstáculos ya que por su edad su visión puede fallar [2]. Incluso el uso de trazabilidad dentro del asilos o casas pueden ser una alternativa para monitorear a las personas de edad avanzada y evitar que ellos puedan tener accidentes [3]. Todas estas aplicaciones tienen la necesidad de conectarse a una red LAN o WAN con el fin de garantizar que las persona puedan ser monitoreadas y se puedan comunicar con estos dispositivos. El internet de las cosas (IoT) en los hogares y los centros geriátricos son una prioridad, por lo que este trabajo tiene como objetivo conceptualizar una arquitectura IoT para centros geriátricos con el fin de prevenir accidentes aplicando la domótica en estas instalaciones.

A lo largo de este documento se observa que el uso del IoT para la automatización de los hogares es clave y permite la aplicación de distintos tipos de herramientas para controlar y administrar los dispositivos del hogar. En la siguientes secciones se mostrara un estado del arte de las tecnologías IoT utilizadas en diferentes sectores de la domótica, La metodología utilizada donde se explica la arquitectura propuesta para el IoT.

La sección de resultados que permite conceptualizar mediante el desarrollo de una APP en inventor para facilitar la interacción de personas de edad con elementos básicos del hogar. Y finalmente las conclusiones más relevantes de este trabajo.

I. ESTADO DEL ARTE

A. Optimización y Ahorro del Consumo de Energía y Agua Potable en el Hogar.

El IoT en el hogar es una aplicación muy rentable para la automatización, con el tiempo la demanda de este ha aumentado significativamente en el campo de la investigación, El IoT se caracteriza por ofrecer dispositivos y sistemas inteligentes. Muchos de distintos proyectos que se van lanzando a nivel de investigación y comercial, están dirigidos al control de dispositivos en el hogar, y muchos tienen una gran capacidad para solucionar problemas desde los más sencillos, hasta los más complejos, siendo uno de ellos el ahorro y la optimización de los servicios de casa, como el agua potable y la luz eléctrica, su importancia recae debido a que el mal uso y el desperdicio de estos recursos genera un impacto directo a el medio ambiente y con el uso del IoT, estos pueden ser administrados en casa de la mejor manera posible, evitando lo mejor posible su desperdicio.

El ahorro de energía y la optimización de los recursos, puede realizarse por medio de la supervisión de luces y dispositivos electrónico por medio de PBX, estos hacen una mezcla de plataformas electrónicas como Arduino y Raspberry Pi, este sistema genera un seguimiento del consumo eléctrico, mediante una conexión inalámbrica para controlar luces y dispositivos, busca cuidado medioambiental, el ahorro energético y el ahorro económico. El sistema funciona cuando el usuario hace una llamada a través de internet desde cualquier lugar conectándose a una centralita que le indique los dispositivos gestionados y le permita seleccionar un número para el control de encendido, apagado o regulación de los mismos, cuyo servidor se conecta a una base de datos administrada por Raspberry Pi 3 para conectarse a Arduino y ejecutar físicamente la acción deseada [4].

El ahorro de energía eléctrica puede ser factible a gran escala al crear un sistema domótico de carácter heterogéneo, es

decir, es factible transformar un hogar en un conjunto de ecosistemas interoperables y compartidos. Mediante este método es posible recopilar información de cada hogar y producir acciones a la medida, con el objetivo de aumentar la eficiencia de cada hogar en áreas como seguridad, movilidad y sobre todo la energía. Estudios explican que existe un framework llamado “caparazón” que permite la integración de aparatos y dispositivos heterogéneos, donde se aborda los escenarios de automatización ambiental inteligente, este framework tiene como objetivo ser abierto y de libre acceso como estructura de soporte y herramienta para soluciones en áreas diversificada y multifuncionales [5].

El consumo de energía y los aspectos económicos son cada vez más importantes para el desarrollo de proyectos de Internet de las cosas. Con el uso de la placa Arduino es posible crear un sistema de ahorro, en donde se busca principalmente la optimización de energías por medio de dos categorías: cargas bajas y cargas altas, ambas estando basadas para la medición de consumo de energía de los electrodomésticos en el hogar permitiendo controlarlos e indicar cuando hay una tarifa alta de energía y sugerir usarla dentro del rango fuera del pico de energía [6].

El agua potable es un recurso muy valioso hoy en día, la importancia de su uso correcto es esencial para el medio ambiente y es necesario velar desde casa que se ocupe de manera correcta y evitar el menor desperdicio posible. En Perú se realizó una investigación sobre el uso de agua en Arequipa, se determinó que los jardines de esa región son en su mayoría bastante amplios y el sistema de riego que se utiliza genera una cantidad considerable de uso de agua y por ende de desperdicio innecesario, es por ello que se creó un sistema para los hogares con el objetivo de optimizar lo mejor posible el agua utilizando como pieza principal una Raspberry Pi. Esta placa funciona como un servidor de bajo consumo que tiene instalado un Home Assistant conectado a un Relay que controla una electroválvula, el sistema se complementa con un Arduino Uno integrado con el Ethernet Shield para comunicarse con el servidor y lograr capturar la humedad exacta del suelo y obtener mediciones del consumo de agua potable mediante el flujómetro, tiene instalado también mangueras en los jardines y se posicionan conectores de un sistema por goteo cerca de las plantas. El proyecto se caracteriza por ser alimentado por un sistema fotovoltaico, amigable con el medio ambiente y óptimo para el funcionamiento del sistema [7].

B. Sistema de Seguridad y Control de Dispositivos

Muchos de los proyectos de domótica, basan su funcionamiento en optimizar y controlar los dispositivos, con el objetivo de facilitar la vida hogareña para la persona y crear un ambiente seguro para el ser humano. La aplicación de la tecnología puede ser de mucho beneficio si se emplea bien y con el IoT es posible la utilización de dispositivos para la vigilancia y la precaución de situaciones que pueden llegar a ser críticas si no se toman las medidas necesarias.

Un sistema basado en la voz es posible ejecutarse por medio de una app desarrollada en Android Studio. Para su funcionamiento, esta app envía señales a una Raspberry Pi creando un sistema embebido donde se puede controlar el estado real de los dispositivos a través de una base de datos, esta aplicación es capaz de supervisar, ejecutar y controlar actividades por medio del procesamiento de voz, este sistema utiliza distintos modelos acústicos y de lenguaje que permiten que el audio(voz) sea capaz de entender con el lenguaje del sistema embebidos, una característica importante de este tipo de sistemas, que necesita siempre tener acceso a internet para lograr un control eficaz y sencillo desde cualquier lugar [8].

El control de sistemas puede lograrse también por medio de un teléfono inteligente desde cualquier parte del mundo, un sistema con el objetivo de controlar los electrodomésticos del hogar mediante esta metodología busca facilitar el control de los dispositivos de la mejor manera para el usuario y proporcionar las mejores medidas de seguridad para el hogar. Un proyecto que cumple con estas características puede funcionar mediante la utilización de una Raspberry Pi, mediante la conexión de una serie de sensores entre ellos: Un sensor de movimiento, un sensor de humo y módulo de cámara, para expandir el control se utiliza también dispositivos que se encargan de gestionar luces, ventiladores y las puertas de entrada del hogar. Según el proyecto “Smart Energy Efficient Home Automation System Using IoT”, si los sensores de humo y de movimiento se activan, se le envía inmediatamente una notificación al smartphone del propietario, este es capaz de sonar una alarma en caso de detectar a un intruso o abrir la puerta de la casa en caso de ser un invitado. Así mismo, desde su celular puede controlar el uso de los otros dispositivos conectados al sistema desde cualquier lugar en donde se encuentre siempre y cuando tanto como el teléfono del usuario y el microcontrolador esté conectado a Internet [9].

El control aplicado a dispositivos electrónicos en el hogar por medio de asistencia de voz y por un sistema basado en la web puede verse reflejado en un proyecto que propone la implementación de un hogar inteligente mediante un sistema capaz de acceder y controlar los equipos del hogar, con el principal objetivo de generar un mayor ahorro en el consumo de energía y crear un ambiente de mayor seguridad para las personas y protección para los equipos.

Dentro de los requisitos de un sistema así se encuentran los: NodeMcu (ESP8266), IFTTT, Adafruit, Software Arduino (IDE), NodeMcu (ESP8266), este último se trata de un firmware de código abierto capaz de proporcionar flexibilidad a la construcción de aplicaciones basado en el IoT.

El sistema es capaz de proporcionar un código de seguridad que solicitará el asistente de Google para evitar el acceso no autorizado a la casa inteligente, en caso de ser aceptado, se crea una conexión exitosa a los electrodomésticos mediante el uso de un comando de declaración IFTTT y podrán acceder a través de Adafruit para crear la conectividad entre el asistente de Google y el NodeMcu que es la unidad de control principal de la automatización de la automatización del hogar. Los

electrodomésticos son conectados a la de control principal mediante unos juegos de relés, cuya función recae en actuar como un interruptor ON/OFF en la unidad de control principal [10].

Un ambiente similar es creado mediante un proyecto motorizado mediante una Raspberry Pi, como se puede observar en la figura 1, este sistema se conecta a varios componentes electrónicos que al dar comandos de voz se activan, controlando los dispositivos de forma remota con el uso de un teléfono inteligente, el proyecto utiliza el mecanismo de back-end del Asistente de Google junto con la plataforma web IFTTT, que permite crear applets que ayudan a reconocer comandos particulares que se ejecutarán. Esta configuración también incluye un sensor de gas que detectará de manera efectiva cualquier fuga de gas para cocinar e informará de inmediato a los residentes de la casa con una alerta de voz y encenderá el escape de aire automáticamente. Y por el lado de la Realidad aumentada podrá procesar imágenes al solo apuntar con nuestro teléfono inteligente a un objeto, el cual será procesado, reconocido y emparejado con la base de datos, y como consecuencia podremos realizar cualquiera de las operaciones que se tengan [11].

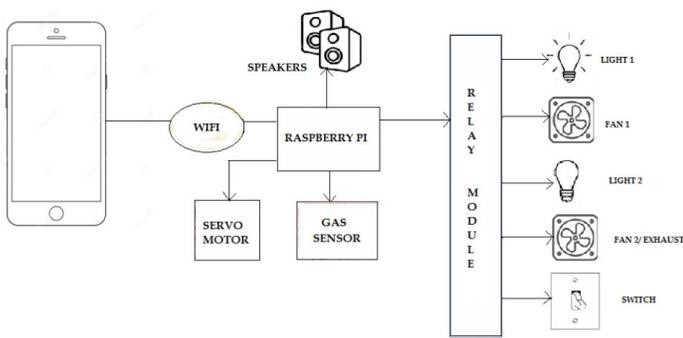


Fig.1. Arquitectura "Artificial Intelligence and Augmented Reality driven Home Automation." [11].

C. Aplicación para el Sector Geriátrico

La tecnología se puede emplear en todo tipo de procesos con el objetivo de facilitar los trabajos difíciles, incluidos aquellos que requieren de mucha atención y cuidado y la domótica puede aplicarse en función de estos requisitos, incluido el sector geriátrico, en este la calidad de vida y el bienestar de un ser humano muchas veces depende de la ayuda de otro y la tecnología es capaz de facilitar esta situación.

El estudio "An IoT-based elderly behavioral difference warning system" afirma que las personas mayores se han convertido en un alto riesgo de demencia o depresión y en los últimos años, gracias al desarrollo de IoT, el desarrollo de un proyecto puede convertirse en una solución factible para lograr construir un sistema el cual combine IoT y técnicas en la nube para detectar y prevenir la demencia o depresión en personas

mayores. En la investigación se presenta un sistema de advertencia de diferencias del comportamiento para personas mayores, el algoritmo de dicho sistema se muestra en la Figura 2. De acuerdo con los primeros síntomas comunes del trastorno depresivo y la demencia, las anomalías conductuales son precursores muy importantes, más son difíciles de detectar. Se propone utilizar unas gafas inteligentes portátiles propuestas para reconocer los movimientos diarios como pararse, caminar, correr, sentarse, acostarse y otros movimientos [12].

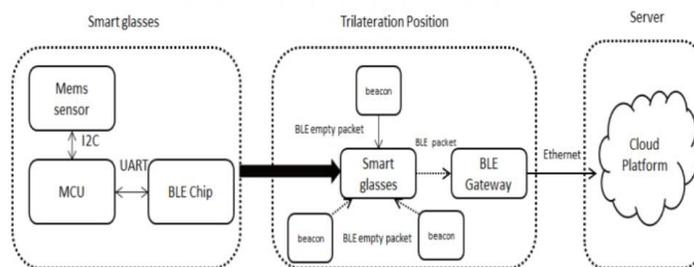


Fig.2. Algoritmo "An IoT-based elderly behavioral difference warning system" [12].

Tal y como se puede observar en la Figura 3, la información diaria pasada de las personas mayores (como ubicaciones y acciones) se registra y almacena en el servidor. Luego se compara la ubicación pasada y actual y la información de acción para identificar la diferencia de comportamiento. Se avisará a la familia o cuidadores relacionados cuando el comportamiento de las personas sea mayor. La puntuación de diferencia del comportamiento se puede obtener mediante la metodología de evaluación difusa de suma de diferencia absoluta (SAD). Los resultados del cálculo de muestra inmediatamente como una página web en la interfaz web del servidor:

Name	Score of Behavioral Difference	Location	Daily Activity Record
姓名	行为差异程度	地址	日常活动记录表
张明	80	上海浦东新区	
李华	75	上海浦东新区	
王强	36	上海浦东新区	
赵刚	85	上海浦东新区	

Fig.3. Interfaz en la página web

Las poblaciones mundiales de personas mayores, así como también de aquellas que viven solas, han ido en aumento a lo largo de los años. Debido a esto la asistencia a estas personas ha tenido una significativa atención por parte de la industria de salud. El proyecto "Internet of Things (IoT) Privacy-Protected, Fall-Detection System for the Elderly Using the Radar Sensors

and Deep Learning” realizó en 2020 un estudio en donde se reflejan unas estadísticas que muestran que la mayoría de las hospitalizaciones de las personas mayores son debido a caídas, por lo que la rápida atención a estos es muy importante. Hoy en día se tienen varias soluciones en el mercado para la monitorización de mayores, sin embargo, estos al tratarse con cámaras puede violar la privacidad. En este artículo se presenta un sistema de detección de caídas con protección de privacidad IoT, el cual utiliza un sensor de radar Doppler de onda continua, el cual es un sensor de movimiento de 24 GHz de bajo costo y que no cuenta con cámara, por lo cual no existirán preocupaciones por privacidad, el cual capturará los diferentes movimientos corporales que ocurre durante las caídas y luego se aplicará a estos datos un aprendizaje profundo Red Neuronal Convencional (CNN). Se divide en dos grandes actividades: la adquisición de señales a través del sensor radar Doppler y el reconocimiento del patrón de señal de detección de caídas a través de la técnica de aprendizaje profundo utilizando CNNs [13].

II. METODOLOGÍA

Desarrollar un proyecto de domótica es muy útil y práctico para facilitar el día a día de las personas dentro de un hogar. Dependiendo de las necesidades del usuario, un proyecto de domótica puede adaptarse (mediante distintas herramientas en un sistema) para solucionar los inconvenientes del usuario, brindando comodidad al usuario.

Con el objetivo de crear un proyecto de domótica capaz de solucionar problemas con respecto al desperdicio de energía eléctrica, a causa del uso innecesario de la iluminación y ventilación en las habitaciones de un hogar, se propone el desarrollo de un proyecto utilizando como base Arduino UNO, un relé, un sensor de temperatura y humedad DHT11 y un motor (que hace la función de un ventilador), para crear un sistema con control remoto para el uso de un foco y un sistema semiautomático para el uso de un ventilador. Para generar un control remoto se emplea una aplicación desarrollada en APP Inventor, capaz de enviar información desde un Smartphone Android hasta la placa de Arduino.

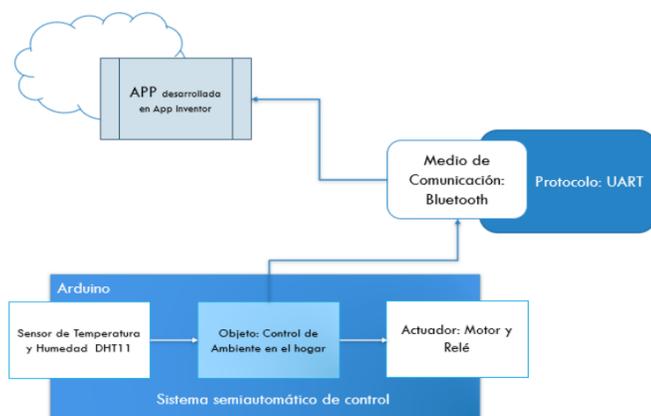


Fig.4. Arquitectura de Proyecto Domótico

Según se muestra en la Figura 4 el proyecto cuenta con dos actuadores: un relé y un motor, además de un sensor de temperatura y humedad. El sensor de temperatura se utiliza para crear una alternativa al control del ventilador, con el fin de que funcione de manera automática según la temperatura del ambiente.

Para que funcione de manera remota el sistema, es necesario desarrollar una aplicación para un dispositivo de fácil acceso, para ello optamos por un Smartphone. La aplicación es desarrollada por APP Inventor para dispositivos Android y este se encarga de enviar la orden de encendido o apagado desde el celular hasta la placa Arduino por medio de un módulo Bluetooth, que permite una comunicación efectiva.

III. RESULTADOS

Como se muestra en la Figura 5 el funcionamiento del proyecto cuenta con dos salida, la primera comienza con la medición automática del ambiente por parte del sensor de temperatura, si la temperatura es menor a los 19°C, el ventilador en el sistema permanecerá apagado hasta que reciba una orden diferente, si el sensor de temperatura detecta que el ambiente es mayor a los 19°C y menor o igual a los 25°C el ventilador se encenderá al 50%, si el sensor detecta una temperatura mayor a los 25°C y menor o igual a 31°C se encenderá el ventilador al 75% y si el sensor detecta una temperatura mayor a los 31°C el ventilador se encenderá al 100%.

La segunda salida es por medio de la conexión de la aplicación de App Inventor la cual buscará una conexión de bluetooth a la que conectarse, si esta conexión falla entonces regresará una señal notificando el fallo para volver a intentarlo. Si la conexión es exitosa entonces se habilita la opción para enviar la señal según el botón al que se seleccione. Si se quiere controlar la iluminación se selecciona el botón de apagado o encendido; si es encendido la aplicación envía una letra “a” por medio de Bluetooth, el arduino recibe este dato y procede a realizar la acción solicitada con el relé y se encenderá el foco; si se selecciona el botón de apagado, la aplicación envía la letra “b” y se apagará el foco. Por otro lado, si se quiere controlar la ventilación de manera remota, se selecciona el botón de encendido del ventilador y se enviará una letra “c” al arduino y procederá a encender el motor (ventilador) y si se desea apagarlo se enviará la letra “d”.

Una alternativa para realizar estas acciones es por medio del asistente de voz de Google dentro de la aplicación, para encenderlo se necesita presionar el botón del micrófono y se procederá a decir “Encender foco” para mandar la señal de encendido al arduino, por otro lado, se dirá “Apagar foco” para mandar la señal de apagado. La visualización gráfica de la interfaz de la aplicación se encuentra en la Figura 6

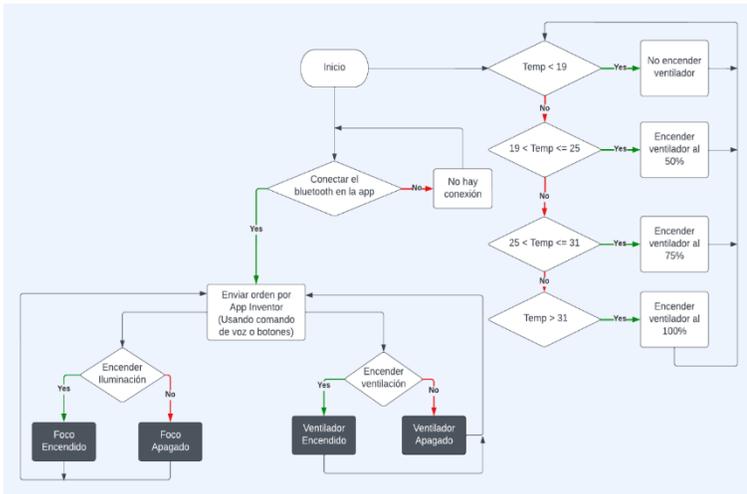


Fig.5. Algoritmo de programación del proyecto domótico.

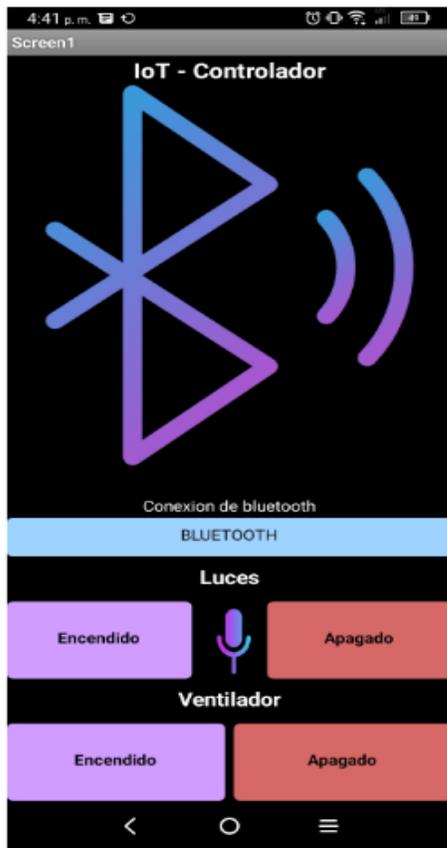


Fig.6. Interfaz de aplicación desarrollada en App Inventor.

Los componentes que se utilizaron para el desarrollo del prototipo del proyecto consistieron en: una breadboard, un relé de 5 voltios para Arduino, un motor dc de 5 voltios, un sensor dht11, un transistor PN2222, varios cables macho hembra y cables macho, un socket, un foco, un cable de fuente, un módulo bluetooth HC05 y un Arduino UNO.

Tal y como se muestra en la Figura 7, en la placa Arduino se conecta en el pin de 5v a los pines positivos de la breadboard, luego el pin GND del arduino se conecta a los pines tierra de la breadboard. Posteriormente en el Arduino se utilizan los pines 10,9,8,1 tx y 0 rx. El pin 10 es para el motor dc, el pin 9 para el relé y el pin 8 para el sensor de temperatura y humedad, y los pines tx y rx son para el módulo bluetooth.

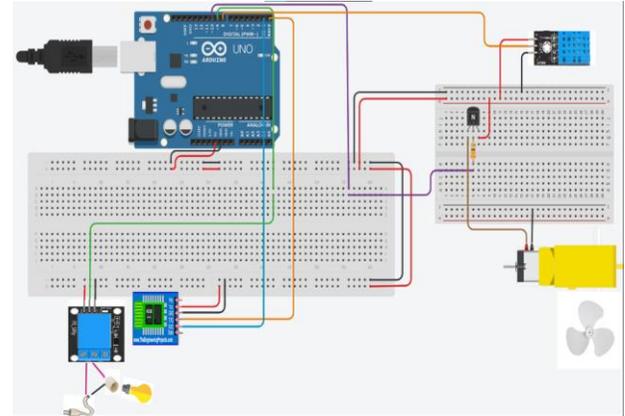


Fig.7. Esquema de conexión.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este paper, presentamos el desarrollo a detalle de un sistema domótico de control de iluminación y ventilación en base a un Arduino UNO. Con la ayuda de una aplicación desarrollada en APP Inventor fue posible crear un sistema para controlar de manera remota el apagado y el encendido de un foco y el apagado y encendido de un ventilador.

El control dentro de la aplicación se realiza de dos formas: la primera es con el uso de botones dentro de la interfaz y la segunda, por medio del uso del asistente de voz de Google, que permite que cuando el usuario diga una frase en específico como “encender foco” o “apagar foco” se pueda controlar el encendido y apagado de la iluminación. Ambos modos de control (mediante el uso de botones o la asistencia de voz) utilizan un mismo método de conexión por medio de Bluetooth, que permite mandar las órdenes de control al Arduino, para que este posteriormente pueda realizar la acción dentro del sistema. Adicionalmente se creó un pequeño sistema de control para el ventilador, que le permite funcionar de manera automática según la temperatura, con el objetivo de que este pueda responder a las necesidades del usuario según las características del ambiente.

Con el objetivo de que a futuro se pueda mejorar el sistema, se considera que es factible la aplicación real de este sistema con la integración a una casa real. Con el uso de módulos relés de accionamiento múltiple se pueden conectar varios ventiladores y focos y controlarlos de manera remota desde la aplicación de Smartphone e incluso planteamos la factibilidad de colocar dentro de la interfaz de la app, varias pantallas que administren cada habitación del hogar, generando un sistema de control total de toda la iluminación y la ventilación del hogar.

Incluso si el sistema llega más allá, se podrían conectar otro tipo de dispositivos y administrar su funcionalidad mediante la asistencia de voz o por medio de botones desde un dispositivo móvil.

REFERENCES

- [1] Tagrid Gabriele, Alberto Max Carrasco, and Jose Luis Ordoñez Avila. 2021. Low-cost Robot Assistance Design for Health Area to Help Prevent COVID-19 in Honduras. In Proceedings of the 6th International Conference on Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 283–288. <https://doi.org/10.1145/3449301.3449349>.
- [2] Reyes Leiva, K.M.; Jaén-Vargas, M.; Cuba, M.Á.; Lara, S.S.; Olmedo, J.J.S. A Proposal of a Motion Measurement System to Support Visually Impaired People in Rehabilitation Using Low-Cost Inertial Sensors. *Entropy* 2021, 23, 848. <https://doi.org/10.3390/e23070848>.
- [3] G. B. Moya and F. C. Lagos, "Traceability Tool for Instruments within the Sterilization Department of the Western Regional Hospital in Honduras," 2022 IEEE Central America and Panama Student Conference (CONESCAPAN), San Salvador, El Salvador, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/CONESCAPAN56456.2022.9959380.
- [4] Scheme and Creation of a Prototype for the Supervision of Lights and Electronic Devices with a PBX, Using a WLAN Solution Based on IoT. (2019, 1 junio). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8809159>
- [5] Interoperability of home automation systems as a critical challenge for IoT. (2019, 1 octubre). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8888125>
- [6] IoT Based Smart Home Automation and Demand Based Optimum Energy Harvesting and Management Technique. (2020, 5 junio). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9230940>
- [7] Esquicha-Tejada, J. (2020, 15 agosto). Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <http://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/meta/FP212.html>
- [8] Voice processing with Internet of Things for a home automation system. (2018, 1 agosto). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8526420>
- [9] IoT Based Smart Security and Home Automation. (2018, 1 agosto). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8697610>
- [10] Smart Energy Efficient Home Automation System Using IoT. (2019, 1 abril). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8777607>
- [11] Artificial Intelligence and Augmented Reality driven Home Automation. (2020, 1 julio). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9155916>
- [12] An IoT-based elderly behavioral difference warning system. (2018, 1 abril). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8394594>
- [13] Internet of Things (IoT) Privacy-Protected, Fall-Detection System for the Elderly Using the Radar Sensors and Deep Learning. (2020, 28 septiembre). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9239074>