Programación Matemática y Software (2025) 17(2): 61-70. ISSN: 2007-3283

Diseño e implementación de un prototipo de sistema para monitoreo y control de un conjunto de Aires Acondicionados, por medio de una aplicación WEB

Design and implementation of a prototype system for monitoring and control of a set of Air Conditioners, through a WEB application

Juan Israel De la Luz-Ramírez, Abelardo Rodríguez León*
Guillermo Efrén Ovando-Chacón, Miguel Angel Perez-Cabada
y Emmanuel Cruz-Contreras

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Veracruz.
M. A. de Quevedo 2779, Col. Formando Hogar, 91860, Veracruz, Ver., MÉXICO
*abelardo.rl@veracruz.tecnm.mx

PALABRAS CLAVE:

Hvac, automatización, gestión, electrónica, programación

RESUMEN

En el presente trabajo se detalla la implementación del prototipo inicial de un sistema de automatización, sensado y control remoto de Aires Acondicionado (AC por su siglas) que consta tanto de componente hardware como de software.
Para el componente de hardware se implementó un módulo de sensado y control usando el microcontrolador ESP32 con tres leds (para controlar hasta 3 AC) y tres sensores, (el DHT11, el MQ-135 y el KY-022). Todo Integrado en una PCB y encapsulado dentro una envolvente creada en una impresora 3D con filamento PETG. Con respecto al componente de software, se desarrolló en varias partes. Para manejar el módulo de sensado (microcontrolador y sensores) se usó arduino. En cuanto al tratamiento de los datos sensados, se usó un servidor local montado en una Raspberry Pi, con JavaScript junto con su librería Js Node para llevar acabo la recolección de datos por wifi. Posteriormente los datos seran enviados por internet hacia un servidor central remoto (aun se esta construyendo) para su despliegue, control y posterior análisis. El objetivo de este prototipo es ayudar a monitorear y controlar la temperatura de habitaciones de uso laboral (Oficinas, Salones) mediante la manipulación de los AC con el enfoque de propiciar confort térmico, en forma remota desde el servidor central.

KEYWORDS:

Hvac, automation, Management, Electronic, Programming

ABSTRACT

This paper details the implementation of the initial prototype of an automation, sensing and remote control system for Air Conditioning (AC) consisting of both hardware and software components. For the hardware component was implemented a sensing and control module using the ESP32 microcontroller with three LEDs (to control up to 3 AC) and three sensors (the DHT11, the MQ-135 and KY-022). All integrated in a PCB and encapsulated inside an enclosure created in a 3D printer with PETG filament. Regarding the software component, it was developed in several parts. To manage the sensing module (microcontroller and sensors) arduino was used. As for the processing of the sensed data, JavaScript was used along with its Js Node library to carry out the data collection via wifi, through a local server. Subsequently, the data will be sent over the Internet to a remote server for deployment, control and further analysis.
The objective of this prototype is to help monitor and control the temperature of work rooms (offices, classrooms) by manipulating the AC with the focus on thermal comfort, from a centralized point, in this case a central server.

• **Recibido: 12 de noviembre de 2024** • **Aceptado: 15 de marzo de 2025** • **Publicado en línea: 19 de junio de 2025**

DOI: 10.30973/progmat/2025.17.2/7
Copyright:© 2025 por los autores
Creative Commons Atribución 4.0 CC-BY

1. INTRODUCCIÓN

Desde la invención y presentación de los AC en 1926 por Willis Carrier, la demanda de los mismos para uso domestico y comercial no ha dejado de aumentar hasta el día de hoy. Esto trae implícito un gran consumo energéticos, hasta el punto en el que gran parte de la energía generada por el ser humano es para alimentar estos sistemas de refrigeración en las áreas domesticas y comerciales. Por este motivo se han hecho esfuerzos tanto en el sector publico, como en el privado para hacer mas eficiente el consumo de energía, considerando las siguientes mejoras:

- Físicas. Nuevos diseños del AC, métodos para dispersión de calor y mejores tipos de refrigerantes.
- Tecnológicas. Como el control de temperatura por sensores, AC totalmente electrónicos ("*Inverters*") control y gestión del *mini split* por medio de aplicaciones en teléfonos inteligentes, entre otros.

Debido a la explosión demográfica en el mundo, la demanda energética se ha incrementa con el tamaño de población. Dicha demanda genera a su vez mas contaminación, lo que acelera el calentamiento global. El problema es tan severo que la ONU[1] en sus 17 objetivos de la Agenda 2030, considera que dos de estos traten sobre los problemas antes mencionados. El objetivo 7 [2], "Energía Asequible y no Contaminante" habla sobre la capacidad de tener fuentes de energías sustentables y hacer mas eficientes el uso de las ya existentes. El objetivo 13 [3], "Acción por el clima" habla sobre acciones que se pueden realizar para reducir el calentamiento global, uno de ellos es reducir el gasto energético.

En ambos objetivos, se menciona que en el aspecto de consumo energético, existen dos formas resolver el problema. Una es el aumentar los medio y fuentes de energías renovables; la otra consiste en hacer un uso mas eficiente las fuentes de energía tanto renovables, como no-renovables para lograr disminuir la contaminación.

En el caso de los aires acondicionados se ha calculado que estos ocupan el 40% de gasto energético en los edificio residenciales y comerciales a nivel global [4].

Aplicar un buen mecanismo de eficiencia energética en un AC tradicional, como puede ser la gestión manual (programación de horarios de encendido/apago, aplicar correctamente los diversos modos de operación), puede traer un ahorro económico y energético substancial, con el inconveniente de tener que dedicarle tiempo adicional a esta gestión, ademas de las variaciones entre diferentes marcas para al hacer dicha gestión.

La finalidad de esta publicación es describir la creación del prototipo de un módulo de monitoreo de 3 variables ambientales (temperatura, humedad y CO2) y el control remoto (vía infrarrojo) de hasta 3 AC. Ademas del manejo eficiente de la energía, se busca contribuir en un futuro a lograr el confort térmico de las habitaciones donde se instale, conforme a los parámetros definidos por la ASHRAE [5].

Controlar varios AC de manera remota, mediante el módulo descrito, lleva implícita tres metas. La primera es el bajo costo de producción, de manera que sea económicamente disponible para cualquier tipo de organización. La segunda meta es contar con un dispositivo sostenible[6], lo que quiere decir que el módulo no solo ayude a gestionar el uso de la energía en los AC sino que ademas lo haga a largo plazo, lo que impará positivamente en el medio ambiente. La tercera meta es lograr un módulo compacto que sea fácil de instalar en cualquier ambiente.

2. ESTADO DEL ARTE

En el aspecto de control de AC se puede ver en el trabajo de Macheso, P. & Col. [7] el monitoreo de la temperatura de un laboratorio, por medio de un Esp32 con un sensor de humedad y temperatura DHT11, unido a un servidor para el monitoreo remoto por los usuarios vía Internet. Uno de los aspectos similares a nuestro proyecto, es la utilización del mismo microcontrolador, como una unidad de procesamiento y desplegando de la información. El proyecto utiliza un servidor que alberga una pagina web que sirve como interfaz para los usuarios. En nuestro proyecto el prototipo de gestión y control, expande las habilidades del microcontrolador, manejando de uno a tres emisores infrarrojos permitiendo enviar comandos de control a los AC, todo implementado en un PCB protegido con una envolvente que facilita la instalación en cualquier lugar. Otra diferencia es que nuestra interfaz web no será solo pasiva, sino que permitirá que el usuario controle hasta 3 AC por módulo. Lo anterior se hará de manera remota desde una pagina web que organicen varios AC.

En el trabajo que realizó Navarrete, E. G. B & Col. [8], nos dice que una forma para ahorrar costos en el hogar, es tender a reducir los gastos que se pueden controlar. Los gastos mas controlados son los gastos de recursos del hogar, pudiendo ser uno de estos el apagado-encendido de luces. Este principio se puede aplicar también a los sistemas Hvac de un edificio. En este articulo los autores trabajaron con un ESP32 en un *protoboard* para realizar pruebas con tres sensores y tres 3 leds conectados para simular luces e implementaron una interfaz accesible con pagina web o aplicación. Este proyecto solo es para simulación de una casa controlada por una aplicación, omitiendo su implementación en una casa real. Por nuestra parte se busca la implementación del modulo de sensado y control en un ambiente real como en una habitación dentro de un edificio usada por personas trabajando.

En el estudio de Kanan,R.[9] nos habla sobre el uso de tecnologías avanzadas de programación como Inteligencia Artificial (IA), junto con infraestructura IoT (Internet of Things) para el análisis de consumo energético de los AC´s, cuya información sera recolectada y guardada en servidores de bases de datos para la creación de recomendaciones del uso del AC de acuerdo a que parámetro se le introducen . Para ello toman las reglas y variables del ASHREA-55. En este trabajo se implementaron tecnologías de telemetria y análisis para un AC, usando un servidor[10] NoSQL para el almacenamiento de dato del desempeño del AC. Se usó "*machine learning*" para el análisis de datos específicamente con un método "*Deep Learning*"para la creación de escenarios y recomendaciones para el AC dependiendo de la situación en que la habitación se encuentre.

En nuestro proyecto se usará también una base de datos para almacenar, analizar y mostrar la información histórica registrada. Otra diferencia es que la comunicación no sera solamente unidireccional, sino que sera capaz del envió de comandos para los AC ademas de recibir y almacenar los datos sensados. Este trabajo también nos da la idea adicional de implementar en un futuro un proceso de gestión automática, en el cual quizás se use Lógica Difusa.

3. METODOLOGÍA

3.1. Arquitectura de prototipo

Aquí se plantea la arquitectura general del proyecto. Para fines de este primer prototipo se presenta el avance actual que se puede observar en el rectángulo rojo de la figura 1.

El módulo de sensado y control se diseñó para que funcione de manera remota e inalámbrica,lo que facilita la instalación de este, en habitaciones sin incurrir en gastos en

adecuación edificios y habitaciones. El módulo de sensado y control se comunica con el AC, por medio de Señales Infrarroja ya que es la única forma de comunicación no invasiva con el AC. Los módulos de sensado y control monitorea la habitación y envía la información al servidor local, el cual la procesa y envía a su vez al servidor principal. En el servidor principal se almacena la información recopilada y ademas un operador humano puede enviar comandos a los AC por medio la interfaz web del servidor principal. Este proceso se ilustra en la figura 1.

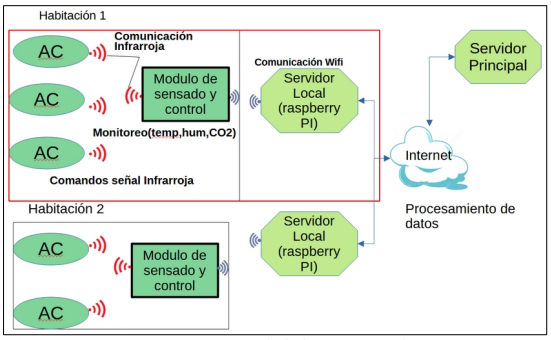


Fig. 1. Arquitectura general del sistema de monitoreo y control de AC.

3.2. Microcontrolador

El microcontrolador que se seleccionó fue el ESP32, por que sus especificaciones cumplen con los requerimientos del proyecto que son:

- Bajo Costo
- Tamaño reducido
- Wifi integrada

3.3. Sensores

En cuanto a los sensores, se utilizarón 3 tipos para realizar la parte de monitoreo de una habitación, Las variables monitoreadas son temperatura, humedad y Dióxido de Carbono(CO_2) y se muestran en la fig. 2. A continuación se describen cada sensor usado.

- DHT11. Este sensor se encarga de medir la temperatura en grados °C y humedad de la habitación donde se encuentre.
- MQ-135. Este sensor se encarga de medir el CO_2 en Partes Por Millón(PPM) lo cual es importante para conocer el nivel de toxicidad del aire.
- Ky-022. Este sensor se usa para recibir señales infrarrojas de los codigos proveniente de los controles en los AC comerciales soportados por nuestro proyecto.

Fig. 2. Microcontrolador junto con Sensores ambientales.

3.4. Componentes pasivos electrónicos

Los componentes pasivos son aquellos que no requieren una fuente de voltaje externa para su funcionamiento y son capaces de disipar, almacenar o absorber energía. En este caso los componentes pasivos que se usaron fueron tres Leds IR383 para la emisión de las señales infrarroja que llevan los codigos capturados previamente de los controles remotos. Se eligió este arreglo de 3 para que un módulo de sensado y control pueda gestionar hasta tres AC. Se anexaron resistencias para proteger los leds de una sobrecarga y conectores tipo bornera 141-A-111/02. Dichas borneras ayudan a conectar los leds al circuito del microcontrolador. Toda la conexión se puede apreciar mas adelante en la figura 3.

3.5. Diseño y Manufactura del PCB

En los proyecto en donde se utilizan electrónica, es necesario tener el diseño del circuito electrónico llamado esquemático. Gracias a los software de diseño de esquemas o ECAD (*Electronic Computer Asisted Desing*), crear y compartir un esquema del circuito es fácil, a tal grado que hay paginas web que

permiten el diseño de esquemas electrónicos y su modelación en 3D para la creación de PCB. Con la ayuda de un ECAD, se crea el esquema del circuito junto con su versión para impresión física como se puede apreciar en la figura 3.

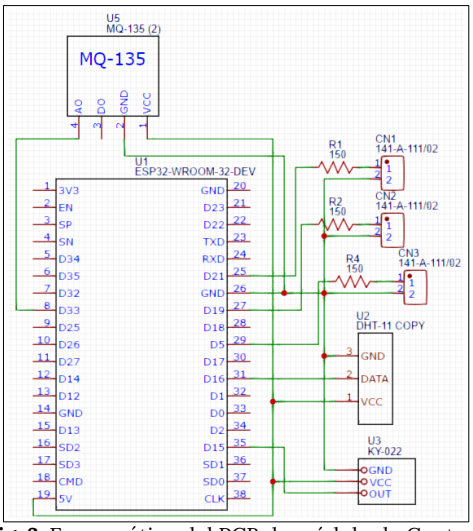


Fig. 3. Esquemático del PCB de módulo de Control.

Cuando se tuvieron el diseño con todos los componentes, se continuo con la creación del PCB, sin perder de vista la meta de bajo costo. Se procedió a crear la placa de PCB en forma artesanal (sin utilizar herramientas especializadas para la creación de PCB's).

Para pasar el diseño virtual del PCB a uno físico, se crea una "hoja de transferencia" con una impresora láser usando una hoja papel couche. El papel couche tiene las propiedades para plasmar el plano a la placa de cobre. Antes de pasar a la placa de cobre, se limpia la suciedad con una hoja de lija y después se plancha la hoja de transferencia en la placa, como se demuestra en la figura 4.

Para lograr una implementación exitosa de la placa, primero se recorta la hoja de impresión y la placa de cobre a un rectángulo de 10x10cm para que abarquen el mínimo espacio posible, y quede a un tamaño mas cercano al tamaño comercial de la PCB.

Después de planchar la "hoja de transferencia" a la placa de cobre, esta se sumerge en un recipiente de agua caliente por unos minutos y una vez pasado el tiempo se despega la hoja de manera lenta con las yemas de los dedos, esto se realiza para no dañar las pista de tinta impresas en la placa de cobre, si existe una pista con tinta mal impresa se puede corregir este error con un plumón permanente, recalcando la parte incompleta, esto se puede apreciar en la figura 5.

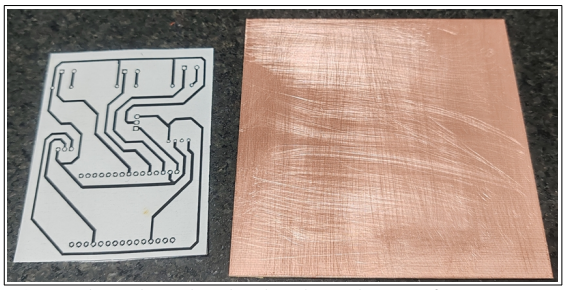


Fig. 4. Placa de Cobre lijada y hoja de transferencia con impresión.

Cuando se tenga la placa con la tinta calcada, se sumerge en un recipiente con cloruro férrico ($FeCI_3$) y de vez en cuando se mueve el recipiente con el $FeCI_3$. Su función es remover el exceso de cobre de la placa. Este proceso se tiene que hacer en un lugar con ventilación apropiada ya que la inhalación de este químico puede producir mareo. Si quedase demasiado cobre sin limpiar, puede ser necesario aumentar la cantidad de disolvente.

Cuando el exceso de cobre sea eliminado, la placa se remueve del recipiente y se limpia con agua, y posteriormente con acetona y un trapo se elimina la tinta que cubre las pistas de cobre. Una vez que se tenga la placa con las pistas visibles se pueden hacer los agujeros para los componentes, para posteriormente comenzar a soldar los componentes en la placa. La placa final se puede ver en la figura 5.

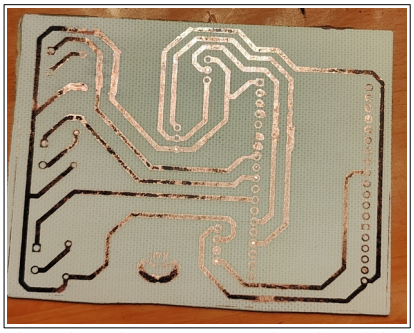


Fig. 5. Placa de Cobre con pistas de cobre del circuito.

3.6. Envolvente

Cuando el PCB quedó terminado, se tomaron las medidas para pasar al diseño de la envolvente. Ya con las medidas (altura, anchura y longitud), se usa un programa de diseño geométrico 3D, donde se procede a modelar la envolvente. El resultado de esto se puede ver en las figuras 6.

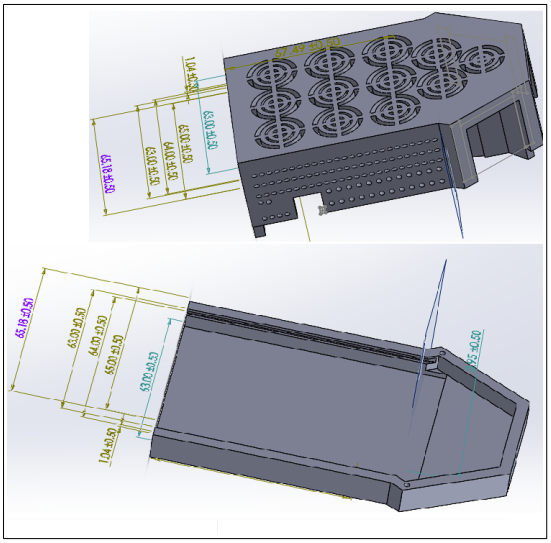


Fig. 6. Parte Superior e Inferior del envolvente.

Ya con el modelo 3D de la envolvente se pasa a un programa de tipo Slicer. Este programa genera a partir del modelo 3D, las instrucciones para que la impresora 3D pueda imprimir el modelo por capas usando filamento PETG. Se eligió este filamento porque se alinea con la segunda meta de sostenibilidad, ya que es un filamento hecho de material orgánico y no tóxico.

Cuando se termine de procesar con el Slicer, este se copia a una memoria externa y se pasa a la impresora 3D que en nuestro caso fue una Ender 3.

Antes de imprimir, se calibran los ajustes de la impresora, para asegurar que el envolvente quede sin deformaciones y el filamento no se quiebre o no tenga la temperatura de fundición correcta. En esta parte es la que mas cuidados requiere ya que consume mucho tiempo. Si se llegase a presentar un error se tiene que volver a hacer desde cero Se puede ver el proceso de impresión en la figura 7, En la sección de resultados se puede ver como quedó finalmente.

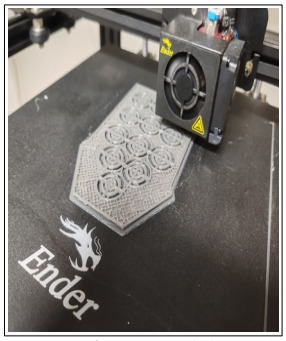


Fig. 7. Impresión en 3D del envolvente.

3.7. Programación

En la sección de programación se puede dividir en dos partes, la programación que funciona en el ESP32 dentro del módulo de sensado-control. Cabe recordar que es donde se conectan los sensores y actuadores descritos anteriormente. La segunda parte de la programación corre en una Unidad de Procesamiento mas robustas que el ESP32U, la Raspberry dedicada a la comunicación y procesamiento de los datos entre los módulos de sensado y control,y el servidor principal.

3.7.1. Programación del ESP32

En la programación del microcontrolador ESP32, se usó la IDE (Integrated Develoment Enviroment) de Arduino. Debido a que la arquitectura del ESP32 es algo diferente a la de los arduinos oficiales, requieren el uso de

un componente "json" creado por el fabricante "Expressif System" para poder cargar el programa de arduino al Esp32. Dicho componente está disponible en la pagina oficial del fabricante, debiéndose agregar la URL, al IDE arduino en "Additional boards manager URL".

En la figura 8 se puede apreciar el flujo de procesamiento de las operaciones en el ESP32 incluido en cada módulo.

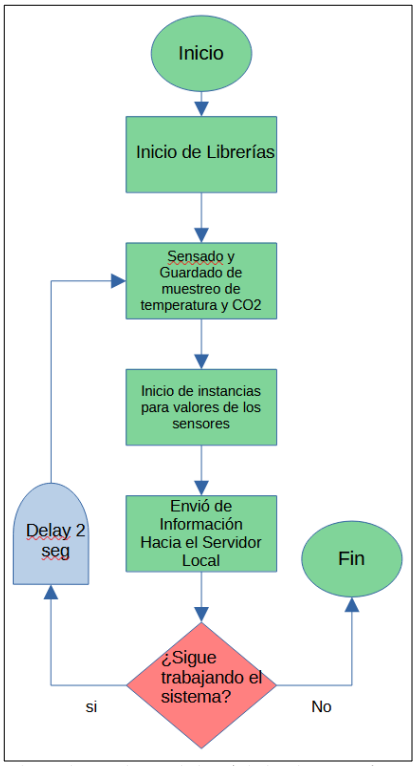


Fig. 8. Flujo de Trabajo del módulo de gestión remota.

3.7.2. Programación de servidor local

El código del servidor local esta escrito en JavaScript usando las librerías Node Js., para la creación de servidores con JavaScript, MongoDB para la creación de una base de datos NoSQL y Socket.IO para la comunicación en tiempo real y comunicación bidireccional entre cliente y servidor. En nuestro caso el módulo de control y el Servidor Local.

En la figura 9 se puede ver el flujo de procesamiento que se lleva a cabo hasta el momento de desplegar la interfaz web en el servidor local.

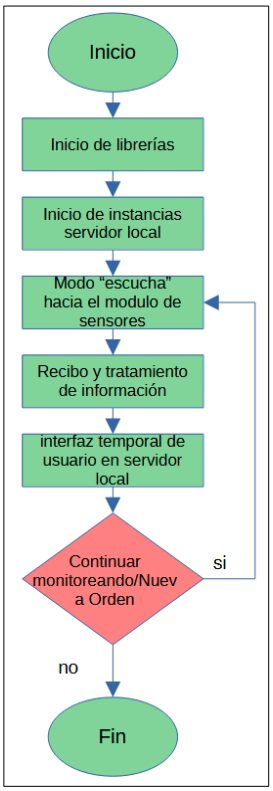


Fig. 9. Flujo de Trabajo del servidor local.

4. RESULTADOS

En cuanto los resultados, que se tiene hasta el momento en la figura 10, se puede apreciar la PCB completa con sus componentes soldados.

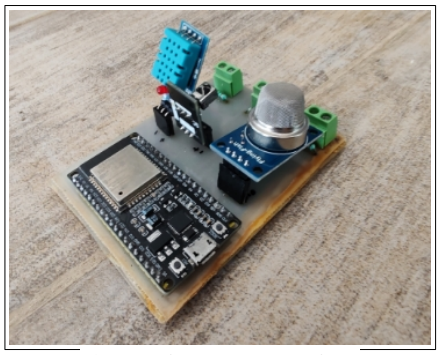


Fig. 10. Placa PCB Completa.

En la figura 11 se puede apreciar la PCB con su envolvente ya impresa y armada.

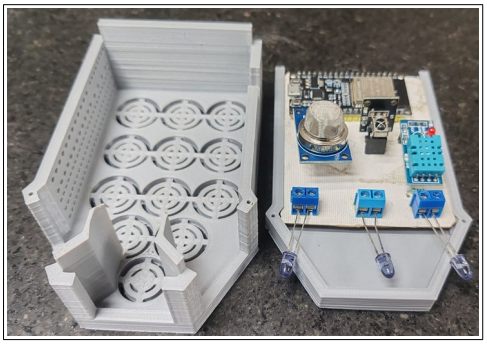


Fig. 11. PCB con Envolvente.

En la figura 12 se muestra la Raphsberry Pi que funciona como servidor local.

Fig. 12. Servidor Local.

En la figura 13 se muestra la interfaz de usuario que despliega el servidor local, cuando el módulo se pone a trabajar. Se puede apreciar los valores de los sensores y la fecha en donde estos se sacaron.

5. CONCLUSIONES

Con los resultados que se han obtenido hasta ahora, podemos decir que es posible la creación de un binomio hardware-software económico y sostenible para gestión de un AC de acuerdo a las metas planteadas en la parte final de la Introducción de este articulo. En cuanto al módulo de sensado y control, se logró su desarrollo con costos de producción muy bajos, lo que lo hace muy económico y facilita la creación de mas módulos según se requiera.

Fig. 13. Interfaz de Usuario.

En cuanto a la segunda meta, se cumplió también mediante la creación de la envolvente de manera sostenible, ya que el material del filamento es orgánico, evitando uso de materiales tóxicos y contaminantes.

En cuanto a la tercera meta (facilidad de integración de los componentes), se logró tanto en el módulo de sensado y control, como en el servidor local, ya que ambos tienen dimensiones pequeñas, que al ser instalados no afectan de manera significativa el espacio en la habitación en donde funcionen.

Este proyecto representa un avance inicial, que ademas es la base solida que soportará otros componentes que vienen después, como el servidor web principal. Se logró un prototipo funcional con los criterios establecidos y listo para pasar a la siguiente etapa de pruebas intensivas, acorde a como lo indica el nivel de Madurez Tecnológica (NMT) de CONACYT [11]. Se considera que estaríamos pasando del nivel 5 (Validación tecnológica a nivel laboratorio en condiciones

relevantes) al nivel 6 (Tecnología demostrada en un ambiente relevante).

Trabajos Futuros: Se tiene en mente realizar los siguientes trabajos al proyecto que se tienen en mente son los siguientes:

- Terminar el desarrollo del servidor web principal. Tendrá la capacidad de almacenamiento de datos recolectados de todos los sensores cada 2 minutos, asi como el envió de comandos de control remoto de las 5 marcas de AC más comunes en la zona.
- Completar la integración entre los servidores locales y el servidor principal, lo que permitirá expandir la capacidad de manejo de múltiples AC, que permitirá la implementación de mas servidores locales y módulos de sensado y control.
- El tercer trabajo que se tiene en mente es la implementación del modelo "fronted-backend" en los servidores (principal y locales) para mayor seguridad del sistema. El componente "backend" se manejará independiente en una maquina virtual para minimizar el impacto de fallas de hardware o humanas para evitar la perdida de funcionalidad o información.

Agradecimientos

Se da agradecimiento al CONAHCYT por el apoyo otorgado para el desarrollo de proyecto. Asi mismo se agradece tambien al Tecnológico Nacional de Mexico (Instituto Tecnológico de Veracruz) especificamente a la Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables por la asesoría y espacios de trabajo para llevar a cabo todas las actividades descritas en este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Naciones Unidas. Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible [Internet]. 2018. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/.

[2] Moran M. Energía [Internet]. Desarrollo Sostenible. 2020. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy.

[3] Naciones Unidas. Cambio climático [Internet]. Desarrollo Sostenible. 2015. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2.

[4] Amaral RE, Brito J, Buckman M, Drake E, Ilatova E, Rice P, et al. Waste management and operational energy for sustainable buildings: a review. Sustainability. 2020; 12(13): 5337. doi: 10.3390/su12135337.

[5] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Standard 55 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy [Internet]. 2019. Disponible en: https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy.

[6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diferencia entre sustentable y sostenible [Internet]. 2018. Disponible en: https://www.gob.mx/semarnat/articulos/diferencia-entre-sustentable-y-sostenible.

[7] Macheso P, Chisale S, Daka C, Dzupire N, Mlatho J, Mukanyirigira D. Design of standalone asynchronous ESP32 web-server for temperature and humidity monitoring. In: 2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS); 2021 Mar 19-20; Coimbatore, India. IEEE; 2021. 635-638. doi: 10.1109/ICACCS51430.2021.9441845.

[8] Chico AJA, Ayala JFS, Navarrete EGB, Ortiz OAB. Servidor Web local con Autenticación y Administración de Usuarios basado en ESP32 para Viviendas Inteligentes. International Journal of Scientific Research. 2023;8(1):148-166.

[9] Kannan R, Roy MS, Pathuri SH. Artificial intelligence based air conditioner energy saving using a novel preference map. IEEE Access. 2020;8:206622-206637. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3037970.

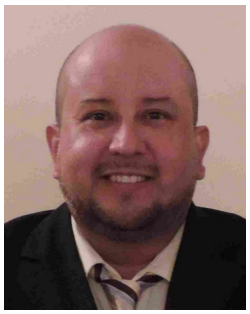
[10] Gemmell DJ, Vin HM, Kandlur DD, Rangan PV, Rowe LA. Multimedia storage servers: a tutorial. Computer. 1995;28(5):40-49. doi: 10.1109/2.384117.

[11] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Diagnostico de Madurez de la Tecnologia [Internet]. Disponible en: https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/criterios/Anexo_Nivel_de_Madurez_Tecnologica.pdf.

ACERCA DE LOS AUTORES

Juan Israel De la Luz Ramírez es un ingeniero en Mecatronica por la Universidad Valle de México, campus Veracruz (2019), Estudiante de Maestría en Eficiencia Energética y Energías

Renovables por el Instituto Tecnológico de Veracruz(2023). Sus áreas de interés incluyen: Eléctrica, Electrónica, Electromecánica, automatización y Programación.



Abelardo Rodríguez León es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Veracruz (1989), Maestro en Ciencias Computacionales por la Universidad Veracruzana (1996) y Doctor en Ciencias Computacionales por la Universidad Politécnica de Valencia, España (2007). Actualmente es profesor investigador en el Departamento de Computación y Sistemas del Instituto Tecnológico de Veracruz. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores con nivel 1 y es profesor con Perfil Deseable por Prodep. Sus áreas de interés incluyen: la computación paralela de alto rendimiento, modelado en 3D, CFD y simulación computación basada en Método de Elemento Finito.

Guillermo Efrén Ovando Chacón, es Ingeniero Mecánico, por el Instituto Tecnologico de Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico, Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, del Instituto Tecnológico de Veracruz, Mexico y Doctor en Cienicas de la Ingeniería, en la UNAM, México. Actualmente es Profesor de Ingeniería Mecánica (2006-presente) en el Departmento de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnologico de Veracruz. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, México, 2007-2016 y Profesor con Perfil PRODEP (Secretaría de Educación Pública, México), 2006-2018. Es miembro de la Sociedad Mexicana de Física y de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica (SOMIM), México. Sus áreas de interés incluyen: dinámica de fluidos computacional, mecánica de fluidos y transferencia de calor. Tiene más de 10 publicaciones indizadas.

Miguel Angel Pérez Cabada es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Veracruz (2004), Maestro en Tecnologías de la Información y Seguridad Informática por la Universidad Jean Piaget (2023). Actualmente es Profesor en el Instituto Tecnológico de México Campus Veracruz. Trabajo en la empresa e-Ver/DSM Veracruz del 2004 hasta el 2016 desarrollando Sistemas de Automatización Industrial, y sistemas de Domótica. Sus áreas de Interés incluyen: Seguridad Informática, la creación de mundos en 3D para metaverso, y el desarrollo de Sistemas de computo con bases de datos.

Emmanuel Cruz Contreras es alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Veracruz (2020) y actualmente se encuentra en noveno semestre. Ha realizado cursos de desarrollo web, análisis de datos y ciberseguridad. Sus áreas de interés incluyen desarrollo backend con Java, diseño de bases de datos relacionales y diseño de bases de datos no relacionales.