



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**SISTEMA DE GESTIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS
PARA
AHORRO ENERGÉTICO EN EL HOSPITAL
DIVINA MISERICORDIA DE MAGANGÜÉ - BOLÍVAR.**

**AUTOR:
MILTON ANDRES ACUÑA RANGEL**

**DIRECTOR:
ANDRES ORLANDO PAEZ MELO**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA
24 JUNIO, 2022**



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



DICATORIA

Dedico este logro a Dios, porque nunca me ha dejado solo en este largo camino para conseguir esta meta; Agradezco a mi padre Milton Acuña Menco y a mi madre Eugenia Rangel Mendoza porque gracias a ellos soy lo que soy hoy en día, gracias papá y mamá por esa crianza, por brindarme ese apoyo incondicional en todo momento y que hoy tienen sus frutos.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios porque siempre está conmigo en mis momentos difíciles y es a él quien debo dedicar mis triunfos. Pero también le agradezco a mis padres que siempre me han ayudado, me han dado ánimos para lograr todas mis metas, a mis hermanas que siempre han estado dándome ánimo y apoyo en mis momentos difíciles como lo es este proceso de la universidad.

Gracias a mis compañeros de universidad con los cuales viví muchos momentos especiales, gracias a mis profesores que me brindaron esa educación para ser gran persona y un gran profesional.

Agradezco a mi coordinador de práctica empresarial WILLIAN ECHAVEZ, quien me brindo todo el apoyo en el hospital Divina Misericordia de Magangué Bolívar, gracias a mis compañeros de trabajo donde cada uno de ellos me enseñaron muchas cosas para así ponerlas en prácticas y adquirir conocimientos. En especial a OSVALDO CORDERO que junto con mi coordinador de práctica colaboraron para sacar este proyecto adelante. A todos les deseo muchas bendiciones y le doy gracias a Dios por colocarme siempre buenas personas en mi camino.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Resumen

El principal objetivo es desarrollar un sistema control y gestión por internet de las cosas IoT, el cual permita monitorizar variables (Voltaje, Corriente y temperatura del ambiente) además tener control de encendido y apagado de los aires acondicionados en el hospital la divina misericordia de Magangué – Bolívar. Lo cual ayudaría disminuir el consumo eléctrico y por ende se generaría un ahorro energético y un impacto ambiental.

Las expectativas de este proyecto es desarrollar un sistema automático que sea capaz de realizar la funcionalidad de dicho proyecto.

Las funciones a realizar por medio de este proyecto se caracterizan en:

Generar un ahorro energético

Realizar un prototipo de un sistema embebido de gestión y automatización para los aires acondicionados.

Realizar una Interfaz gráfica en la nube para observar las variables (Voltaje, Corriente y Temperatura) de los aires acondicionados.

Estimar y programar mantenimientos preventivos para los aires acondicionados.

Todas estas funciones descritas anteriormente se implementarán en un sistema embebido para gestionar y automatizar los aires acondicionados buscando optimizar el ahorro de la energía. Una vez realizada la instalación se observarán las variables (Voltaje, Corriente y temperatura) por medio de una interfaz vía WEB, por medio del procesamiento de los datos obtenidos se busca generar un plan de mantenimiento para los aires acondicionados evitando fallos y altos costos en la reparación.

2.1. Palabras clave:

Internet de las cosas, IoT, control inteligente, Interfaz WEB.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Abstract

The main objective of the project is to develop an Internet of things IoT management system that allows monitoring variables (voltage, current and ambient temperature) as well as having control of the switching on and off of the air conditioners in the divine mercy hospital in Magangué – Bolivar. This would help reduce electricity consumption and therefore generate energy savings and an environmental impact.

The expectations of this project is to develop an automatic system that is capable of carrying out the functionality of said project.

The functions to be carried out by means of this project are characterized in:

1. Generate energy savings
2. Make a prototype of an embedded management and automation system for air conditioners.
3. Make a graphical interface in the cloud to observe the variables (Voltage, Current and Temperature) of the air conditioners.
4. Estimate and schedule preventive maintenance for air conditioners.

All these functions described above will be implemented in an embedded system to manage and automate air conditioners seeking to optimize energy savings. Once the installation is done, the variables (Voltage, Current and temperature) will be observed through an interface via WEB, through the processing of the data obtained, it is sought to generate a maintenance plan for the air conditioners avoiding failures and high costs in the repair.

2.1. Keywords:

Internet of things, IoT, smart control, WEB Interface.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



INDICE GENERAL

Resumen.....	9
Abstract	10
Capítulo 1 Introducción, objetivos y la importancia del proyecto	16
1.1 Introducción	18
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivos generales	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
1.3. Acotaciones.....	20
1.4 ¿Por qué se desarrolla este proyecto?	20
1.5 ¿Qué soluciona este proyecto?	20
1.6 ¿Cuál es el aporte?.....	20
Capítulo 2 Información de la empresa.....	22
2.1 INFORMACION DE LA EMPRESA	24
2.2 ¿Quiénes somos?.....	24
2.3. Misión	24
2.4 Visión.....	24
2.5 Servicios.....	24



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



2.5.1 Gestión de inventario.....	24
2.5.2. Programa de mantenimiento.....	25
2.5.3 Auditorias periódicas.....	25
2.5.4 Gestión del ciclo de vida	25
2.5.5 Informes procesables	25
2.6 Calidad	26
2.7 Cargo que desempeño en la empresa	26
Capítulo 3 descripción del hardware desarrollado	30
3.1 Estructura del prototipo	32
3.2 Placa esp32.....	33
3.2.1 Hardware	34
3.2.2 Puertos de E/S	36
3.3 Sensores	37
3.3.1 Sensor de humedad y temperatura DHT11.....	37
3.3.2 Modulo pzem-004t medidor multifunción – uart.....	39
3.3.3 Modulo lectura escritura micro sd Arduino (circuitarte, 2019).....	41
3.4 Comparativa de dispositivos.....	42
3.5 Estado del arte	45



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Capítulo 4 Implementación del prototipo	47
4.1 Diagrama de bloque.....	49
4.2 Diagrama de flujo.....	50
4.3 Explicación de circuito realizado en proteus	51
Capítulo 5 Pruebas realizadas.....	53
5.1 Resultados de los objetivos propuestos	55
5.2 Análisis e impacto de los resultados	59
5.2.1 Cálculos para el ahorro energético.....	60
5.2.2 Graficas del consumo y ahorro de energía de los aires acondicionados.....	62
10. Conclusión	65
11. Referencias.....	66
12. Anexos	67



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Preparación de líquido para sesión de hemodiálisis	27
Ilustración 2. Tanques de preparación de líquidos.....	27
Ilustración 3. Arreglo de lampara fototerapia neonatal.....	28
Ilustración 4 Arreglo de succionador quirúrgico	28
Ilustración 5 diagrama de prototipo de control de aire acondicionado	32
Ilustración 6 logotipo de la esp32 con la marca registrada	33
Ilustración 7 componentes de la ESP32	35
Ilustración 8 pinout de la placa esp32	36
Ilustración 9 Sensor DHT11.....	37
Ilustración 10 Modulo pzem - 004t	39
Ilustración 11 Módulo de escritura y lectura de datos micro sd.....	41
Ilustración 12 comparativa de microcontroladores	42
Ilustración 13 comparativa de sensores de corrientes	43
Ilustración 14 comparativa de sensores de humedad.....	44
Ilustración 15 Diagrama de bloque del funcionamiento del control para los aires acondicionado	49
Ilustración 16 Explicación de la programación interna de la esp32 en diagrama de flujo	50
Ilustración 17 Circuito realizado en proteus.....	51



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Ilustración 18 Pistas realizadas en proteus	51
Ilustración 19 Circuito de emisor y receptor plasmado en protoboard	55
Ilustración 20 Trama de dato obtenida	56
Ilustración 21 aplicación realizada en iot cloud.....	57
Ilustración 22 monitoreo de aire acondicionado desde el pc	58
Ilustración 23 Aplicación en la play store	58
Ilustración 24 fin de toma de dato en 4 hrs.....	59
Ilustración 25 toma de datos del aire acondicionado	59
Ilustración 26 ficha tecnica del consumo del aire acondicionado marca olimpo	60
Ilustración 27 Grafica de ahorro económico mensual	62
Ilustración 28 Grafica del ahorro energético	63
Ilustración 29 Grafica de corriente (I) vs Potencia (W)	64
Ilustración 30 Control automatizado para los aires acondicionados	68
Ilustración 31 Planchado de placa electrónica	68
Ilustración 32 Proceso para cortar la baquela para montar el circuito de control automatizado para aires acondicionados.....	68



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Capítulo 1 Introducción, objetivos y la importancia del proyecto

En este capítulo se explica detalladamente el proceso y delimitaciones que son los objetivos para la realización del proyecto para luego ser expuesto en cada capítulo que lo componen.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



1.1 Introducción

Sistema de gestión y automatización de aires acondicionados podría dar uso racional del funcionamiento de estos mismos en el hospital divina misericordia de Magangué Bolívar. los aires acondicionados son unos de los aparatos que más consumen energía eléctrica, su uso eficiente puede reducir el mayor consumo de kwh, además de esto ayudaría al medio ambiente en el ahorro energético donde hoy por hoy es una de las grandes problemáticas en el mundo entero.

En Magangué Bolívar por las altas temperaturas es procedente implementar un sistema que ayude a mejorar el uso energético para así contribuir con el medio ambiente. con este proyecto se busca tener monitoreo de los aires acondicionados del hospital divina misericordia de Magangué Bolívar principalmente en consulta externa área que tiene despilfarro de energía y es de allí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo de aire acondicionado

Por medio del internet de las cosas, (Iot), que es una tecnología que ha venido en expansión y su uso ha sido determinante para el desarrollo de proyectos en diferentes sectores económicos está en realizar este proyecto con sistema embebidos como lo es la esp32 quien será la encargada por medio la programación de Arduino más su base de dato que esta me ofrece realizar el sistema de control para aire acondicionado. gracias a este monitoreo se puede tener seguimiento de los aires acondicionados remotamente y obtener mayor ahorro energético lo que permitiría tener también ahorro económico.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos generales

- Desarrollo de un sistema de gestión energética y automatización de aires acondicionados para ahorro eléctrico en el hospital Divina Misericordia de Magangué - Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar el sistema embebido para la gestión energética de los aires acondicionado del hospital Divina Misericordia.
- Desarrollar un prototipo para el sistema de automatización para los aires acondicionado del hospital Divina Misericordia.
- Implementar el prototipo para el sistema de gestión energética y la automatización del aire acondicionado en el hospital Divina Misericordia
- Evaluar el funcionamiento del prototipo para la gestión energética y la automatización del aire acondicionado en el hospital Divina Misericordia de Magangué.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



1.3. Acotaciones

El sistema de gestión y automatización de aire acondicionado que se realizara en el hospital la divina misericordia de Magangué – Bolívar se desarrollara con sistemas embebidos y que además de esto tendrá una interfaz donde se mostrara la optimización del consumo energético en los aires acondicionados del hospital. Este sistema de gestión y automatización de aire acondicionado estará instalado en 1 habitación de extensión quirúrgica donde atienden los pacientes con problemas renales. La idea es agrandar este proyecto a futuro por todo el hospital divina misericordia de Magangué – Bolívar.

El sistema embebido que se utilizo fue la ESP32(DOIT ESP32 DEVKIT V1) se programó por medio el software Arduino en línea el cual me ofrece realizar la interfaz gratis y de muy gran utilidad para la realización de proyecto.

1.4 ¿Por qué se desarrolla este proyecto?

La principal razón por la que desarrolla y se hace importante implementar la gestión y automatización de aire acondicionado por medio de interfaz Web con internet de las cosas en el hospital la divina misericordia de Magangué – Bolívar son los altos costo en recibos de energía lo cual en un futuro podrían llegar insostenible, además hay que tener en cuenta el gran impacto negativo ambiental que conlleva el gasto de energía y tener aires acondicionados encendidos.

1.5 ¿Qué soluciona este proyecto?

Con este proyecto se solucionan dos problemáticas; La primera problemática es el desaprovechamiento energético el cual conlleva altos costos en los pagos de recibos de energía, la segunda problemática a solucionar es el impacto negativo ambiental que genera el gran consumo de energía y tener los aires acondicionados encendidos, esto se hace importante, ya que deberíamos ahorrar energía porque el planeta lo requiere.

1.6 ¿Cuál es el aporte?

Con mis conocimientos de ingeniería electrónica se desarrolla un prototipo el cual manipulara remotamente los aires acondicionados por medio de interfaz WEB de Arduino (IOT cloud) utilizando una ESP32. Esto aporta al medio ambiente y genera un ahorro al hospital divina misericordia de Magangué – Bolívar



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Capítulo 2 Información de la empresa

En este capítulo se hace una explicación de cómo se conforma la empresa donde me encuentro realizando las prácticas empresariales. Además de eso el cargo que desempeño con sus diferentes actividades



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



2.1 INFORMACION DE LA EMPRESA

Servicios De Tecnología Hospitalaria Montes De María. (M&M STH), presta sus servicios en el hospital divina misericordia de Magangué Bolívar.

2.2 ¿Quiénes somos?

Somos un equipo de 11 colaboradores, comprometidos con nuestros clientes. Entre Ingenieros, tecnólogos y técnicos. Registrados ante el Invima, con conocimiento científico y experiencia práctica en la planeación y ejecución de la gestión en la tecnología biomédica en clínicas y hospitales.

2.3. Misión

Maximizar la vida útil y la rentabilidad de la inversión en tecnología biomédica de nuestros clientes mediante:

- Asesoría en la adquisición y operación segura de equipos biomédicos y accesorios.
- Mantenimiento oportuno, certificado y calificado.
- Disposición final de equipos biomédicos de manera eficiente y con responsabilidad ambiental.

2.4 Visión

Para el año 2025 ser el referente en el sur de bolívar para la gestión de la tecnología biomédica en clínica y hospitales, y ser el empleador preferido por técnicos, tecnólogos e ingenieros que quieran especializarse en el sector salud.

2.5 Servicios

2.5.1 Gestión de inventario

Elaboraciones de inventario de equipos de la institución, incluyendo la elaboración y actualización de hoja de vida. Al administrar un hospital, comenzamos a documentar todos



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



los activos en stock para poder planificar las actividades de mantenimiento en torno a ellos. Etiquetamos diferentes equipos médicos por tipo e introducirlos en un sistema de gestión en línea. De esta manera, cada dispositivo tiene su propia identificación única y se puede rastrear fácilmente. Además de esto, utilizamos etiquetas con códigos de barras para registrar los detalles relevantes de cada activo.

2.5.2. Programa de mantenimiento

El plan de mantenimiento de equipos biomédicos, es el conjunto de tareas preventivas y correctivas a realizar por cumplimiento de objetivos para garantizar la disponibilidad de los equipos y eliminar los tiempos de paro mejorando el rendimiento aumentando productividad.

2.5.3 Auditorías periódicas

Las auditorías periódicas de los programas de mantenimiento de equipos biomédicos permiten verificar el estado de todo su inventario y garantizar la seguridad del equipo médico en todo momento. Realizamos la verificación y revisión de metrología de los equipos biomédicos.

2.5.4 Gestión del ciclo de vida

El seguimiento de un activo médico a lo largo de su vida útil le permitirá optimizar todos los procesos de mantenimiento del mismo. De esta forma, se pueden evitar las averías que se producen en medio de las operaciones diarias. Además, también puede ahorrar dinero retirando maquinaria vieja o vendiéndole a valor residual en lugar de programar reparaciones a gran escala. ¡Obtenga reemplazos en el momento adecuado!

2.5.5 Informes procesables

El análisis de datos en profundidad le permite medir el rendimiento de los equipos hospitalarios. Con estas estadísticas, los ingenieros biomédicos preparan informes procesables para examinar la tasa de rendimiento del equipo y las tendencias generales en la gestión de activos. Estos informes también ayudan a detectar las áreas que necesitan mejoras. Esperamos así satisfacer sus necesidades con un buen servicio de calidad, honestidad, responsabilidad y experiencia.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



2.6 Calidad

Contamos con equipos patrones para verificación y ajustes de fábrica de las diferentes variables y parámetros de los equipos bio- médicos y con más de 3 años de experiencia y con un equipo de personas con toda la experiencia y servicio para garantizar un trabajo optimo a todos nuestros clientes.

2.7 Cargo que desempeño en la empresa

Servicios De Tecnología Hospitalaria Montes De María este es el nombre de la empresa donde me desempeñe, cuya empresa presta sus servicios en el hospital divina misericordia de Magangué Bolívar. Mis funciones en la empresa fueron:

- Apoyo a mantenimientos de equipos biomédicos y sistemas de gases medicinales.
- Mantenimientos preventivos.
- Mantenimientos correctivos.
- Análisis de causa y fallas de equipos.
- Apoyo y soporte tecnológico.
- Diseño y fabricación de productos lot y otros productos electrónicos.
- Auxiliar administrativo.
- Gestión de software de mantenimiento.
- Gestión y control de inventarios de partes y repuestos para mantenimientos de equipos biomédico

Unas de las tareas a realizar fue también preparar líquido para pacientes con problema renal. Este proceso lo hacia abajo supervisión de la persona encargada de la realización de este proceso de preparación.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Ilustración 1. Preparación de líquido para sesión de hemodiálisis



Ilustración 2. Tanques de preparación de líquidos



Ilustración 3. Arreglo de lampara fototerapia neonatal



Ilustración 4 Arreglo de succionador quirúrgico

Estos son algunos ejemplos de mis tareas realizada en el hospital divina misericordia de Magangué Bolívar. Fue de gran importancia colocar a prueba mis conocimientos obtenidos en la universidad y además de eso aprender demasiado en esta área bio-medica que es demasiado importante en el área de salud.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Capítulo 3 descripción del hardware desarrollado

En este capítulo se hace referencia a los componentes que se utilizaron para desarrollar el prototipo, se describen las conexiones de los dispositivos, características y funcionalidad.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

3.1 Estructura del prototipo

En la siguiente figura observamos los componentes que se utilizarán en el proyecto de control y automatización para aire acondicionado en el hospital divina misericordia de Magangué Bolívar.

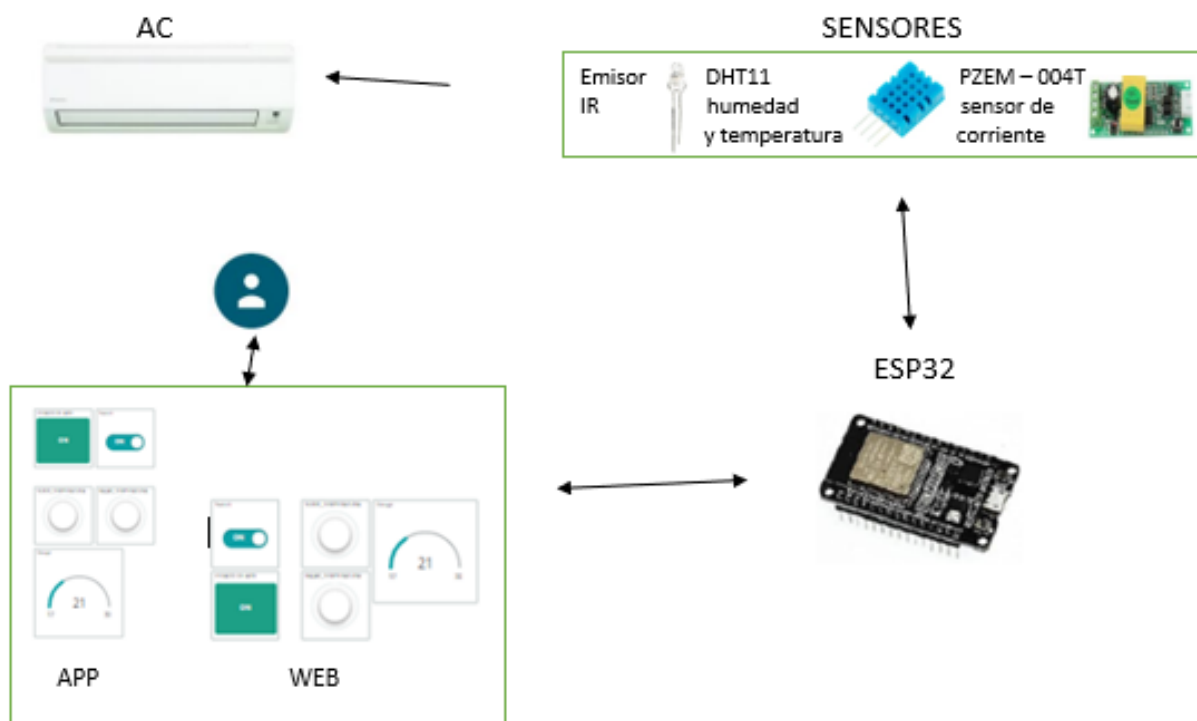


Ilustración 5 diagrama de prototipo de control de aire acondicionado

En la ilustración 5 observamos el seguimiento del prototipo a utilizar para la gestión y control de los aires acondicionado. La tarjeta principal es la ESP32 la cual está programada y es la encargada de mandar señal a los diferentes sensores y módulos a utilizar.

3.2 Placa esp32

A medida que la automatización industrial se acelera, los ingenieros en la fábrica trabajan para conectar los sistemas a internet de las cosas (IoT), lo que, en muchos sentidos, ha hecho que las plantas de fábrica más antiguas queden en el pasado. Sin embargo, tanto para sistemas nuevos como heredados, la conectividad inalámbrica a IoT mediante Wi-Fi o Bluetooth se ha hecho relativamente simple utilizando módulos y kits ESP32. (Jacob Beningo, 2020)

El módulo ESP32 es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos. El procesador en realidad tiene dos núcleos de procesamiento cuyas frecuencias operativas pueden controlarse independientemente entre 80 megahercios (MHz) y 240 MHz. Los periféricos del procesador facilitan la conexión a una variedad de interfaces externas como: (Jacob Beningo, 2020)

El módulo ESP32 es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona Interfaz periférica serial (SPI) (Jacob Beningo, 2020)

- I²C
- Transmisor receptor asíncrono universal (UART)
- I²S
- Ethernet
- Tarjetas SD
- Interfaces táctiles y capacitivas



Ilustración 6 logotipo de la esp32 con la marca registrada

3.2.1 Hardware

CARACTERÍSTICAS	ESP32
Microprocesador	Xtensa Dual-Core 32-bit LX8 con 600 DMIPS
Wi-Fi (802.11 b / g / n)	HT40
Bluetooth	Bluetooth 4.2 y BLE
Frecuencia de operación (valor típico)	180 MHz
SRAM	448 KB
Flash	520 KB
GPIO	34
PWM (hardware)	No posee
PWM (software)	16 canales
SPI	4
I2C	2
I2S	2
UART	2
ADC	12-bits de resolución
CAN	Sí
Interfaz MAC Ethernet	Sí
Sensor de tacto	Sí
Sensor de temperatura	Sí (solo las versiones antiguas)
Sensor de efecto hall	Sí

Tabla 1 ESPECIFICACIONES DE LA ESP32 (José Guerra Carmenate, n.d.)

En la siguiente ilustración se observará la distribución de los diferentes componentes de la ESP32

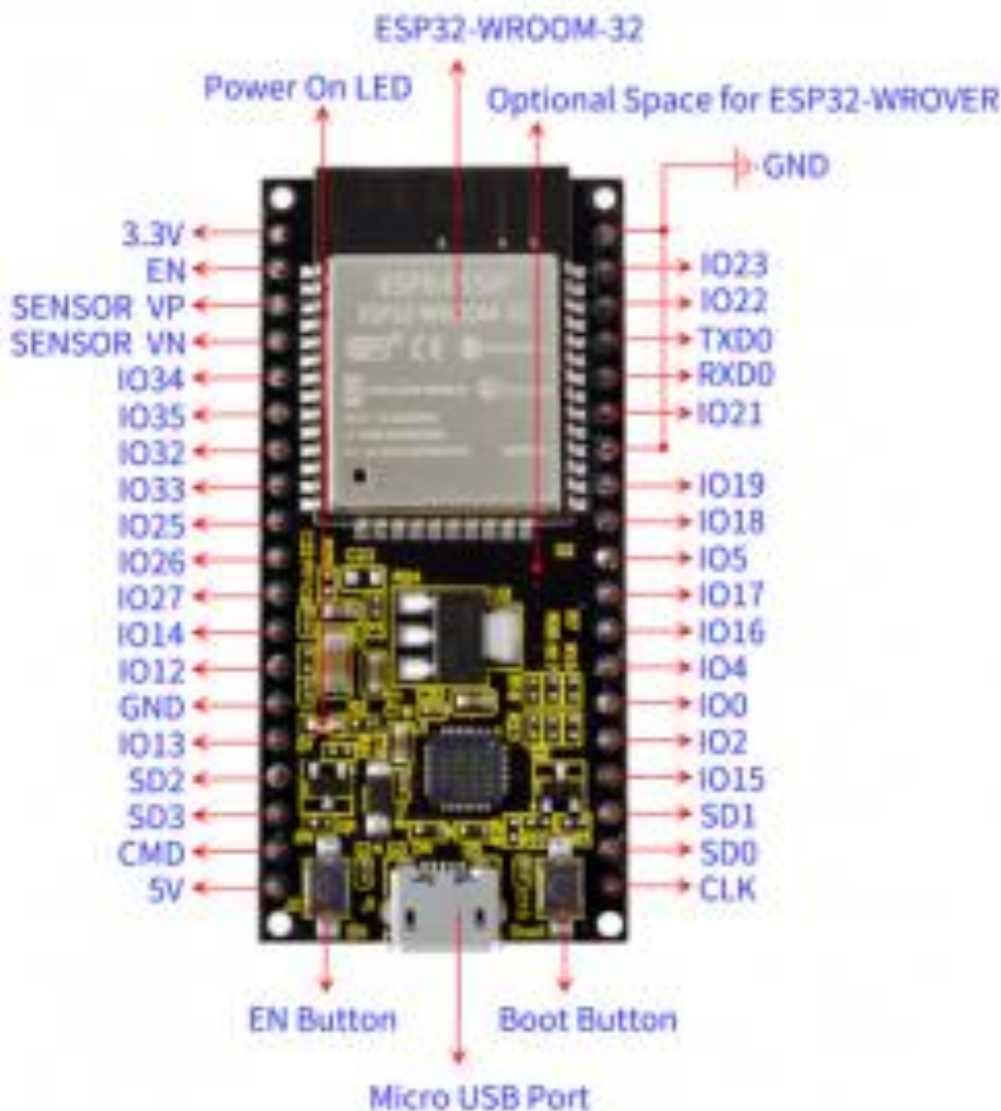


Ilustración 7 componentes de la ESP32

3.2.2 Puertos de E/S

PINOUT ESP32 DEVKIT V1 WIFI / BLUETOOTH

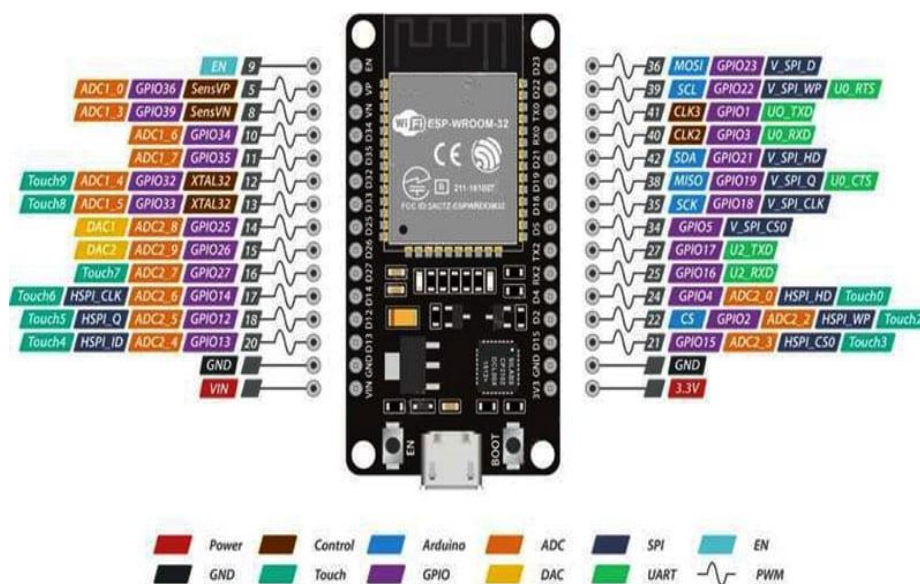


Ilustración 8 pinout de la placa esp32

El ESP32 cuenta con un total de 34 pines digitales. Estos pines, al igual que en cualquier placa Arduino, permiten agregar Leds, botones, zumbadores, y un largo etc. a nuestros proyectos.

La mayoría de estos pines admiten el uso de pull-up , pull-down internos y también el estado de alta impedancia. Esto los hace ideales para conectar botones y teclados matriciales, así como para aplicar técnicas de control de Leds como la conocida Charlieplexin. (José Guerra Carmenate, n.d.)

3.3 Sensores

3.3.1 Sensor de humedad y temperatura DHT11.(*Naylamp Mechatronics SAC, 2021*)

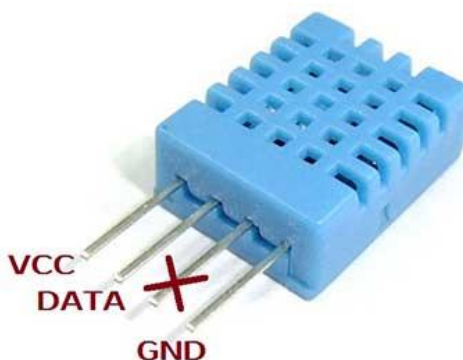


Ilustración 9 Sensor DHT11

El DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de bajo costo y fácil uso. Integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no posee salida analógica). Utilizado en aplicaciones académicas relacionadas al control automático de temperatura, aire acondicionado, monitoreo ambiental en agricultura y más.(*Naylamp Mechatronics SAC, 2021*)

Utilizar el sensor DHT11 con las plataformas Arduino/Raspberry Pi/Nodemcu es muy sencillo tanto a nivel de software como hardware. A nivel de software se dispone de librerías para Arduino con soporte para el protocolo "Single bus". (*Naylamp Mechatronics SAC, 2021*)



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Tabla 2 características del sensor DHT11

- Voltaje de Operación: 3V - 5V DC
- Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C
- Precisión de medición de temperatura: ± 2.0 °C
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
- Precisión de medición de humedad: 5% RH.
- Resolución Humedad: 1% RH
- Tiempo de sensado: 1 seg.
- Interface digital: Single-bus (bidireccional)
- Dimensiones: 16*12*5 mm
- Peso: 1 gr.
- Carcasa de plástico celeste

Tabla 3 Asignación de pines

- Alimentación: +5V (VCC)
- Datos (DATA)
- No Usado (NC)
- Tierra (GND)

NOTA: En comparación con el DHT22 y DHT21, este sensor es menos preciso, menos exacto y funciona en un rango más pequeño de temperatura / humedad, pero su empaque es más pequeño y de menor costo. (Naylamp Mechatronics SAC, 2021)



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

3.3.2 Modulo pzem-004t medidor multifunción – uart



Ilustración 10 Modulo pzem - 004t

El módulo de medidor multifunción PZEM-004T permite medir el voltaje RMS, corriente RMS, potencia activa y energía que toma una carga conectada a una línea monofásica de 110 / 220V esa información la envió a un módulo Wifi ESP32 para enviarla a internet. (SSDIELECT - Electrónica digital, n.d.)

Cuenta además con salidas opto acopladas, alarma de sobrecarga, almacenamiento de valores cuando se corta la luz, y botón de reset. (SSDIELECT - Electrónica digital, n.d.)

1. función de medición de parámetros eléctricos (tensión, corriente, potencia activa).
2. El poder botón de función clara.
3. función de almacenamiento de datos de apagado (potencia acumulada abajo antes de guardar).
4. PC función de visualización (tensión de pantalla, corriente, potencia activa).
5. La función de comunicación en serie (viene con interfaz serial TTL, a través de varios terminales de comunicarse con la placa adaptadora, leer, y establecer los parámetros).



Tabla 4 características del pzem-004t

Interfaz UART TTL opto acoplada

Mide Voltaje RMS, Corriente RMS, Potencia Activa y Energía

Rangos de medida:

1. Potencia, rango: 0 a 22kW

De 0 a 10kW, el formato es 0.000 a 9.999

De 10 a 22kW, el formato es 10.00 a 22.00

2. Energía, rango: 0 a 9999kWh

De 0 a 10kWh, el formato es 0.000 a 9.999

De 10 a 100kWh, el formato es 10.00 a 99.99

De 100 a 1000kWh, el formato es 100.0 a 999.9

De 1000 a 9999kWh, el formato es 1000 a 9999

3. Voltaje, rango: 80 a 260VAC

El formato es 110.0 ~ 220.0.

4. Corriente, rango: 0 a 100A

Conecte la línea después de un buen primero seleccione el puerto de comunicaciones del módulo de software para PC compatible con puerto de comunicación COM2 \ COM3 \ COM4, mediante el Administrador de Dispositivos para ver, si no más de unos pocos puertos necesita modificar el puerto.

3.3.3 Módulo lectura escritura micro sd Arduino (circuitarte, 2019)



Ilustración 11 Módulo de escritura y lectura de datos micro sd

Módulo para tarjetas MicroSD y Micro SDHC (tarjeta de alta velocidad) para escritura y lectura de datos de manera segura tantas veces como se requiera. Es compatible con múltiples entradas tensiones de 5V / 3.3V.(circuitarte,2019) El módulo de tarjeta Micro SD puede hacer su aplicación más fácil y simple. A través de la programación, se puede leer y escribir en las tarjetas usando el Arduino. Con esta tarjeta podemos guardar nuestra base de datos del aire acondicionado la cual será observado por Microsoft Excel. (circuitarte, 2019)

Tabla 5 Especificaciones del datalogger

- Referencia: ShieldMicroSD
- Compatible: Tarjeta MicroSD y Micro SDHC
- Interface de comunicación: SPI
- Pines: 6 (GND, VCC, MISO, MOSI, SCK, CS)
- Fuente de alimentación: 4.5 V-5.5 V, 3.3 V circuito regulador de voltaje
- Agujeros de instalación: 4 (diámetro del agujero de 2.2mm)
- Color: azul
- Dimensiones: 4.5 x 2.4 x 0.5 cm
- Peso: 6 g

3.4 Comparativa de dispositivos

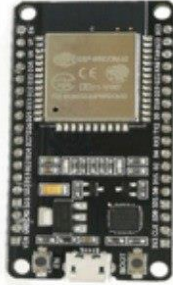
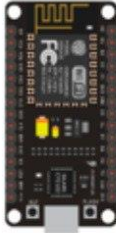
	ESP32	ESP8266	ARDUINO UNO R3
DISPOSITIVOS			
CORRIENTE	220mA	197mA	40mA
NÚCLEO	2	1	1
ARQUITECTURA	32 bits	32 bits	8 bits
CLOCK	160 – 240Mhz	80 – 160Mhz	16Mhz
WI-FI	SI	SI	NO
BLUETOOTH	SI	NO	NO
RAM	520KB	160KB	2KB
FLASH	16Mb	16Mb	32KB
GPIO	22	11	12
DAC	2	0	0
ADC	18	1	6
PRECIO	\$35.000	\$25.000	\$54.000

Ilustración 12 comparativa de microcontroladores

En la ilustración 12 se observan 3 tipos de microcontroladores el primero es la ESP32 que fue la que se instaló en el prototipo, se escoge este microcontrolador porque tiene más tecnología (wi-fi, bluetooth), además de que tiene más tecnología tiene más pines para convertir señales análogas a digital por lo tanto es la genera mayor acercamiento con los sensores a utilizar.

	PZEM-004T	SCT-013-010
DISPOSITIVOS		
CORRIENTE	0 - 100A	0 ~ 10A AC /1V
ALARMA DE SOBRECARGA	SI	NO
PROGRAMACION	MAS FACIL DE PROGRAMAR	SU PROGRAMACION ES COMPLEJA
FRECUENCIA	45Hz - 65Hz	50Hz-1 kHz
PRECIO	\$59.990	\$29.823

Ilustración 13 comparativa de sensores de corrientes

En el prototipo se escoge el sensor PZEM – 004T por que expresa más confiabilidad en los datos obtenidos, su programación es menos compleja y que además de eso este sensor tiene una interfaz que me brinda para observar los valores obtenidos del aire acondicionado como lo son corriente (I), voltaje (V), potencia (w), energía (kWh), frecuencia (Hz). Todos estos datos son suministrados al datalogger y se obtiene la lectura de los aires acondicionado.

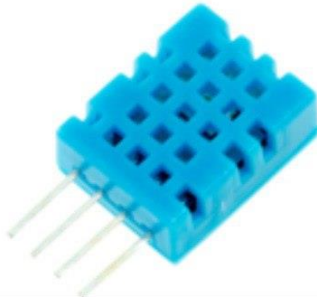
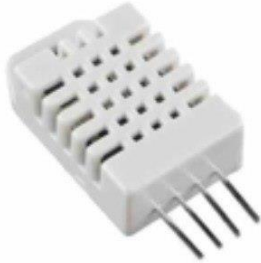
	DTH11	DTH22
DISPOSITIVOS		
VOLTAJE	3.5V a 5.5V	3.3V a 5.5V
RESOLUCIÓN	SI	NO
PERIODO DE MUESTREO	> 2 SEGUNDOS	> 2 SEGUNDOS
RANGO DE MEDIDA DE LA TEMPERATURA	0°C a 50°C	-40°C a 80°C
PRECISIÓN DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA	± 2.0 °C.	± 0.5 °C.
RANGO DE MEDIDA DE HUMEDAD	20% a 95%	0% a 99.9%
PRECISIÓN DE MEDICIÓN DE HUMEDAD	4% RH.	2% RH.
PRECIO	\$8.000	\$22.000

Ilustración 14 comparativa de sensores de humedad



3.5 Estado del arte

Actualmente se han realizado proyecto en los cuales se hacen control y gestión de temperatura para el ahorro energético en el trabajo de grado de Alejandra Andrade Gilbert que perteneció a la universidad politécnica de Madrid escuela superior de ingeniería y sistemas de comunicación en el proyecto utilizo sistemas embebidos como Arduino Uno, Raspberry Pi y diferentes sensores. (UNEF, n.d.)

En cuanto a simulaciones similares a utilizar en el proyecto de Análisis de la temperatura de consigna interior de AC tipo Split sobre el confort térmico y el ahorro energético para edificios de oficinas en climas cálidos y húmedos utilizan simuladores como el software de simulación para el estudio es EnergyPlus que es un programa de modelización y simulación utilizado para analizar el uso de la energía en los edificios en función de las cargas de calefacción y refrigeración, así como de los sistema de refrigeración disponible. (Amoabeng et al., 2022)

El propósito de estudiar este problema es impulsar el desarrollo de sistemas alternativos de acondicionamiento de aire que tengan un costo de operación bajo para la climatización de oficinas y centros de trabajo, contribuyendo principalmente al cuidado medioambiental.(UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, n.d.)

Además de esto dar seguimientos a los proyectos de aire acondicionado desde la oficina o cualquier parte, proyección y ejecución de cada uno de ellos para la obtención de mejoras. Que uno pueda visualizar si el aire necesita mantenimiento o está en buen estado. (Cárdenas et al., n.d.)

Los aires acondicionados han pasados de ser solo un sistema de refrigeración para convertirse en un sistema multifuncional que permiten sensar, gestionar y analizar factores externos como temperatura, humedad, confort, potencia eléctrica, entre otros. Esto permite agregar al sistema la capacidad de realizar ahorro energético y uso eficiente de la energía, influyendo así en la conservación del medio ambiente.(Paola & Barroso, n.d.)

los aires acondicionados son los aparatos que más consumen energía eléctrica, su uso eficiente puede ayudad a reducir el consumo de kWh, también se debe tener en cuenta otros factores en estos aparatos como son sus características técnicas y las condiciones ambientales, teniendo en cuenta que la ciudad de Magangué, Bolívar presenta altas temperaturas es procedente implementar un sistema que pueda mejorar el uso energético eficiente y a la vez contribuir con el medioambiente.(Por et al., n.d.)



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Capítulo 4 Implementación del prototipo

En este capítulo se describe la implementación de la programación del prototipo, se observa en diagrama de bloques, diagramas de flujos y desarrollo de la placa electrónica



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

4.1 Diagrama de bloque

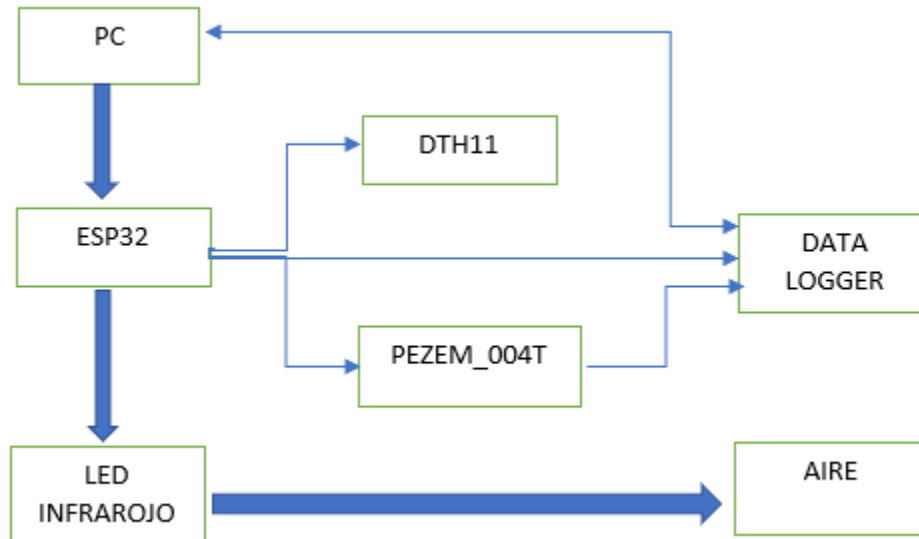


Ilustración 15 Diagrama de bloque del funcionamiento del control para los aires acondicionado

Este proceso se inicia con la programación de la ESP32 por medio del software Arduino, una vez programado este módulo mandara señal o datos a los sensores como lo es el DHT11 que es un sensor para medir la temperatura y humedad del ambiente. También se obtiene los datos de la tarjeta PZEM – 004T la cual es la encargada de medir voltaje (V), corriente (A), potencia (W), energía (kWh) para los aires acondicionado y así mandarlo a mi central de monitoreo. Tenemos un emisor que es un led infrarrojo este hará comunicación con el aire acondicionado para así manipular el encendido y apagado de estos mismo anexándole que se puede regular la temperatura del aire acondicionado.

4.2 Diagrama de flujo

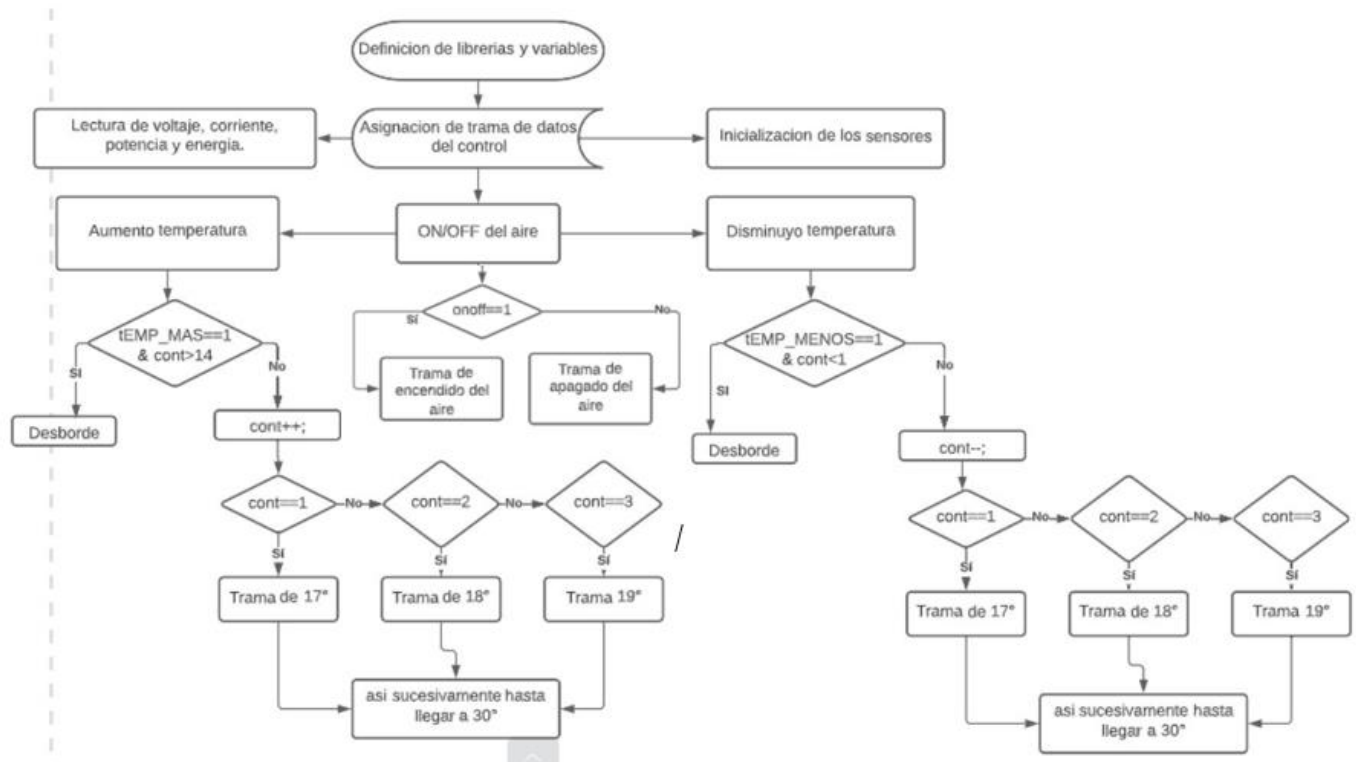


Ilustración 16 Explicación de la programación interna de la esp32 en diagrama de flujo

En la anterior imagen se observa el diagrama de flujo donde se explica el paso a paso de la programación para el control y automatización de aire acondicionado. Primer paso se inicia con la definición de librerías y variables a utilizar. Segundo paso es donde se inicia el funcionamiento del sensor de temperatura y humedad DTH11 y PZEM – 004T que lee voltaje, corriente, potencia y energía.

Se obtiene la trama de dato para así manipular el aire acondicionado encendido y apago, subir y bajar temperatura remotamente.

4.3 Explicación de circuito realizado en proteus

Se realiza el circuito en el software proteus, con sus diferentes conexiones de cada componente del prototipo a utilizar para el control y automatización acondicionado. Una vez obtenido este circuito procedemos a la organización de pistas electrónicas.

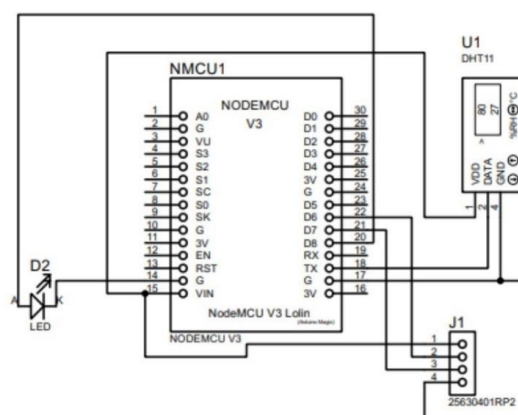


Ilustración 17 Circuito realizado en proteus

Para la impresión de las pistas se reorganiza el circuito como se visualiza en el esquemático para luego imprimirlas en la baquela y colocar sus diferentes componentes a utilizar.

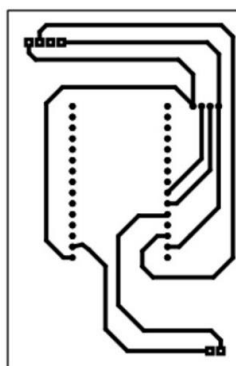


Ilustración 18 Pistas realizadas en proteus



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Capítulo 5 Pruebas realizadas

En este capítulo se observarán las pruebas tomadas, como simulaciones, datos obtenidos teóricos y prácticos, graficas que mostrarán la eficiencia del prototipo.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

5.1 Resultados de los objetivos propuestos

Se desarrollo un sistema de gestión energética automatizado para los aires acondicionados con un sistema embebido. El sistema embebido que se utiliza es la ESP32 cuya función es hacer la de un control, pero en este caso más automatizado y domótico. Una vez programada la ESP32 y tener acceso a los aires acondicionado por medio la interfaz web IOT CLOUD de Arduino puedo realizar el encendido y apago del aire, además de eso manipular su temperatura y ver el estado del aire por medio la gráfica de control de corriente.

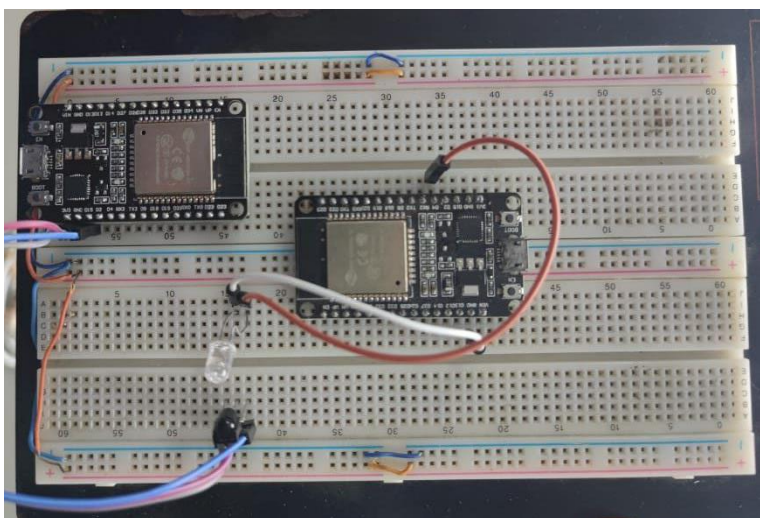


Ilustración 19 Circuito de emisor y receptor plasmado en protoboard

En la ilustración 19 se observa el circuito de emisor y receptor para obtener la trama de datos para así programar y mandarle señal al aire acondicionado, se observa en la ilustración 20 la toma de datos programada en Arduino.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Encender en 20 grados Fan++, Mode:Cool, Posición ventilador arriba, LUZ LED Encendida.
Encoding : SAMSUNG
Code : 9420 (32 bits)
TRAMA: 4400, 4400, 550, 1600, 550, 500, 600, 1550, 600, 1550, 600, 550, 550, 500, 550, 1600, 550, 550,

Apagar en 20 grados Fan++, Mode:Cool, Posición ventilador arriba, LUZ LED Encendida.
Encoding : SAMSUNG
Code : 8420 (32 bits)
TRAMA: 4450, 4350, 600, 1600, 550, 550, 550, 1550, 600, 1550, 600, 500, 550, 550, 550, 1550, 600, 550,

TEMPERATURA

Fan++, Mode:Cool, Posición ventilador arriba, LUZ LED Encendida.

17 Grados
Encoding : SAMSUNG
Code : (32 bits)
TRAMA: 4450, 4350, 600, 1600, 550, 500, 550, 1600, 600, 1550, 600, 500, 550, 500, 600, 1550, 600, 500,

18 Grados
Encoding : SAMSUNG
Code : (32 bits)
TRAMA: 4450, 4350, 600, 1550, 600, 550, 500, 1600, 600, 1550, 600, 500, 550, 550, 550, 1550, 650, 450, 550, 550,

19 Grados
Encoding : SAMSUNG
Code : (32 bits)
TRAMA: 4400, 4400, 550, 1600, 550, 500, 600, 1550, 600, 1550, 600, 500, 550, 500, 600, 1550, 600, 500, 550, 550,

20 Grados
Encoding : SAMSUNG
Code : (32 bits)
TRAMA: 4450, 4350, 600, 1550, 600, 450, 600, 1550, 600, 1550, 600, 500, 650, 400, 650, 1550, 600, 450, 600, 500,

Ilustración 20 Trama de dato obtenida

Una vez realizado el circuito como se observa en la (ilustración 19), se procede a evaluar el funcionamiento del prototipo. La visualización de este se realiza en el monitor serie pantalla de resultado de Arduino donde se observará la trama de cada una de las teclas presionadas por el control.

Se implementa la interfaz web la cual es la encargada de realizar la manipulación y visualización del aire acondicionado. Esta interfaz es realizada por medio de IOT CLOUD ARDUINO y se ve en la siguiente forma (ilustración 21)



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

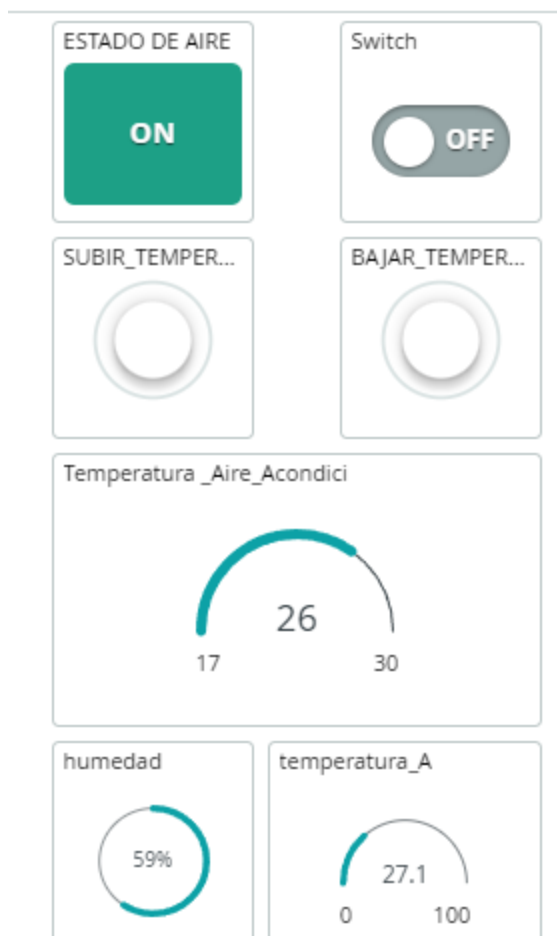


Ilustración 21 aplicación realizada en iot cloud

En la ilustración 20, se observa el control para el aire acondicionado el cual es el encargado de la automatización y el monitoreo de cada uno de los aires, desde este control automatizado puedo encender y apagar el aire, manipular la temperatura y ver en qué estado se encuentra el aire acondicionado.

Además de eso no solamente lo puedo monitorizar desde el celular, también puedo realizar esta acción desde mi computador como se ve en la ilustración 21, sin importar mi ubicación, desde cualquier parte del mundo puedo enlazar mi aire con mi sistema embebido.

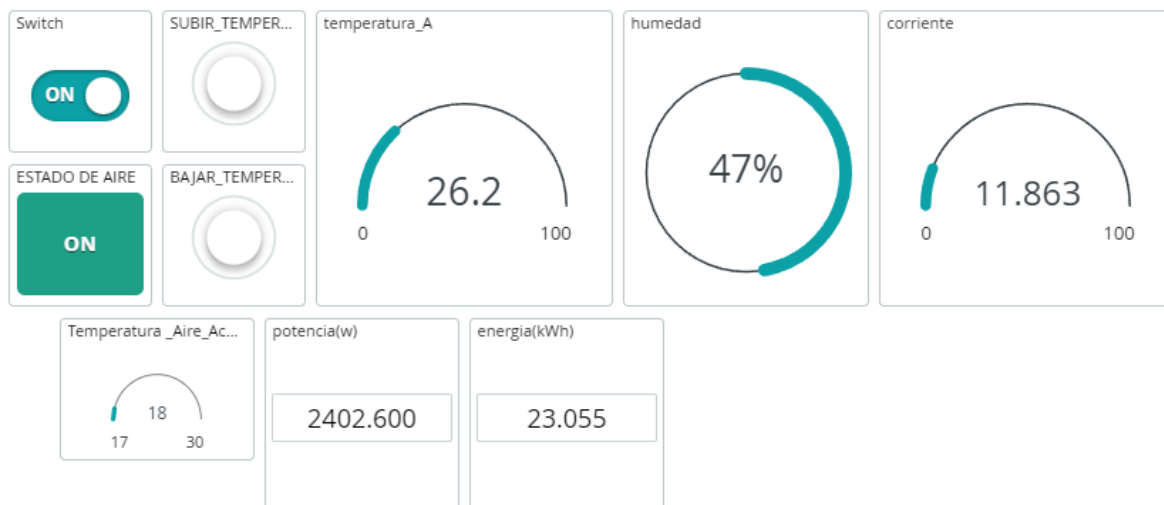


Ilustración 22 monitoreo de aire acondicionado desde el pc

Esta aplicación puede encontrarla en la Play Store gratis como se observa en la ilustración 22. Solo es ingresar con tu cuenta de Gmail y esta quedará enlazada directamente.



Ilustración 23 Aplicación en la play store

5.2 Análisis e impacto de los resultados

El impacto generado por este proyecto se verá reflejado en la factura de energía del hospital divida misericordia de Magangué Bolívar, debido a que se estima que el consumo de energía generado por los aires acondicionado bajará cierto porcentaje, lo cual genera ahorro energético, económico e impacto ambiental.

En las siguientes ilustraciones se puede observar una base de dato en Excel, la cual es exportada luego que el módulo MH SD CARD el cual se explica en la ilustración 12 capítulo 5 del libro. Este módulo es el encargado de tomar los datos en tiempo real, almacenarlos en una memoria SD y luego exportarlo a Excel, pero a su vez esta sincronizada la ESP32 con Excel para que este también reciba los datos sin necesidad del módulo MH SD CARD.

HORA	I (A)	P (W)	E (kWh)
11:32:56 a. m.	0	0	0
11:32:59 a. m.	7,08	1478,7	14,4
11:33:01 a. m.	7,07	1478,5	14,41
11:33:06 a. m.	7,07	1478,6	14,41
11:33:09 a. m.	7,08	1480,7	14,41
11:33:11 a. m.	7,08	1480,6	14,41
11:33:14 a. m.	7,07	1478	14,41
11:33:17 a. m.	7,07	1477,1	14,41
11:33:19 a. m.	7,08	1477,8	14,41
11:33:22 a. m.	7,06	1475,2	14,41
11:33:25 a. m.	7,07	1477,3	14,41
11:33:27 a. m.	7,06	1475,3	14,42
11:33:34 a. m.	7,07	1477,6	14,42
11:33:37 a. m.	7,07	1479,1	14,42
11:33:41 a. m.	7,08	1479,6	14,42
11:33:45 a. m.	7,08	1481,2	14,42
11:33:48 a. m.	7,09	1483	14,43
11:33:52 a. m.	7,08	1481,4	14,43
11:33:56 a. m.	7,08	1480,1	14,43
11:33:59 a. m.	7,08	1480,2	14,43
11:34:03 a. m.	7,08	1478,7	14,43
11:34:07 a. m.	7,07	1479	14,43
11:34:10 a. m.	7,08	1481,2	14,43
11:34:14 a. m.	7,08	1483	14,44
11:34:18 a. m.	7,09	1481,2	14,44
11:34:22 a. m.	7,08	1477	14,44

Ilustración 25 toma de datos del aire acondicionado

3:47:40 p. m.	7,18	1511,4	20,6
3:47:45 p. m.	7,17	1509,3	20,6
3:47:49 p. m.	7,16	1506,2	20,6
3:47:53 p. m.	7,15	1504,9	20,6
3:47:57 p. m.	7,15	1505,4	20,6
3:48:02 p. m.	7,15	1503,6	20,61
3:48:06 p. m.	7,16	1505,6	20,61
3:48:09 p. m.	7,16	1506,4	20,61
3:48:14 p. m.	7,16	1506,6	20,61
3:48:18 p. m.	7,16	1506	20,61
3:48:23 p. m.	7,16	1503,9	20,61
3:48:27 p. m.	7,16	1505,8	20,62
3:48:32 p. m.	7,19	1510	20,62
3:48:41 p. m.	7,19	1511,4	20,62
3:48:54 p. m.	7,2	1512	20,62
3:48:59 p. m.	7,19	1511,4	20,62
3:49:03 p. m.	7,19	1511,6	20,62
3:49:07 p. m.	7,19	1509,7	20,62
3:49:11 p. m.	7,2	1512,3	20,63
3:49:16 p. m.	7,22	1515,6	20,63
3:49:20 p. m.	7,24	1523,1	20,63
3:49:25 p. m.	7,25	1524,3	20,63
3:49:29 p. m.	7,24	1522,1	20,63
3:49:33 p. m.	7,22	1518,3	20,63
3:49:37 p. m.	7,21	1517,3	20,64
3:49:42 p. m.	7,2	1515,7	20,64
TOTAL>		5777023	

Ilustración 24 fin de toma de dato en 4 hrs

En las ilustraciones 24 y 25 se observa la medición del consumo de corriente (A), potencia (W) y energía (kWh) del aire acondicionado en tiempo real durante 4hrs de encendido.

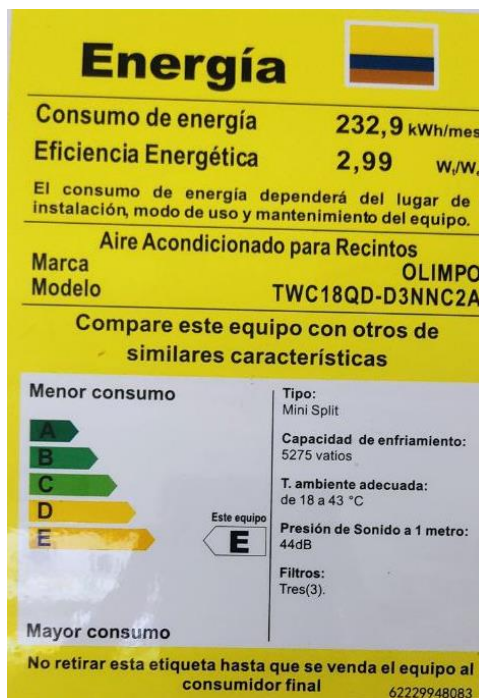


Ilustración 26 ficha tecnica del consumo del aire acondicionado marca olimpo

En la ilustración 24 y 25 se explica la toma del consumo de energía del aire acondicionado, esto se hace para sacar promedio del consumo de energía y así ver que tanto es el ahorro energético y económico del aire acondicionado. Por lo tanto, se realiza los siguientes cálculos

5.2.1 Cálculos para el ahorro energético

Consumo estimado del aire acondicionado por el fabricante marca OLIMPO = 232,9 kWh/mes

El precio del kilovatio en el hospital tiene un costo de \$574.14 pesos. Por lo tanto, se realiza la siguiente operación para obtener el valor económico del consumo de energía del aire acondicionado en teoría cuanto consume al mes.

$$232,9\text{kWh/mes} * 574.14 = \$133.717$$

Luego de realizar la multiplicación del consumo mensual de energía del aire acondicionado por el precio de kilovatio del hospital Divina Misericordia de Magangué -



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Bolívar, se obtiene que teóricamente el aire acondicionado genera un gasto mensual económico de \$133.717 pesos.

Ahora se realizan los cálculos para obtener el gasto mensual económico de los aires acondicionado en el hospital divina misericordia de Magangué – Bolívar.

En la ilustración 22 y 23 se observa los datos obtenidos del consumo de energía medidos en kW del aire acondicionado, donde tuvo una duración de 4 hrs encendido que normalmente es lo que tiene que funcionar en el área de hemodiálisis en el hospital divina misericordia de Magangué – Bolívar. Se calculo un consumo de 5777023 W en 4hrs promediados en 3789 datos.

$$5777023 \text{ W} / 3789 = 1524 \text{ W (1)}$$

Luego de sacar el promedio en (1) se divide * 1000 para realizar la conversión a kW

$$1524 \text{ W} / 1000 = 1.524 \text{ kW (2)}$$

Al convertir nuestro resultado (2) a kW, se multiplica por el número de hora en el cual estuvo encendido y monitorizado el aire acondicionado

$$1.524 \text{ kW} * 4 \text{ hrs/día} = 6.096 \text{ kWh/día (3)}$$

Una vez obtenido los kWh/día se saca la cuenta por 30 días/mes para así poder concluir el precio promedio consumido económicamente por los aires acondicionados.

$$6.096 \text{ kWh/día} * 30 \text{ días/mes} = 182.88 \text{ kWh/mes}$$

Ya teniendo todos los datos para sacar el valor del consumo de energía se concluye que el aire marca olimpo con 18kbtu arroja un gasto económico estimado de \$104,998 pesos

$$182.88 * 574.14 = \$104,998$$

Cálculos para el aire encendido 6hrs diaria

Se multiplica el valor kW * 6 hrs de encendido del aire

$$1.524 \text{ kW} * 6 \text{ hrs/día} = 9.144 \text{ kWh/día}$$

Una vez promediado el valor estimado del aire consumido por 6 hrs se multiplicará el resultado obtenido en (4)

$$9.144 \text{ kWh/día} * 30 \text{ días/mes} = 274 \text{ kWh/mes}$$



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Por último, se multiplica el valor obtenido 274.32 kWh/mes por el precio de kW que corresponde al hospital es de \$574.14

$$274.32 \text{ kWh/mes} * \$574.14 = \$157.498 \text{ pesos}$$

Se saca la diferencia económicamente entre 4hrs de consumo de energía por el aire acondicionado manipulado por el control automatizado, menos las 6hrs consumida por el aire acondicionado sin monitorizar y se obtiene un valor de:

$$Df = \$157.498 (6\text{hrs/mes}) - \$104.998 (4\text{hrs/mes})$$

$$Df = \$52,500 \text{ pesos}$$

Se puede observar que en un solo aire acondicionado se ahorran \$52.500 mensual, si manipulamos 10 aires sería un ahorro energético de 525.000 en un solo mes, por lo que se da a entender que nuestro sistema de gestión para aire acondicionado si cumplió con las expectativas esperada que son ahorro energético y ahorro económico.

5.2.2 Graficas del consumo y ahorro de energía de los aires acondicionados.

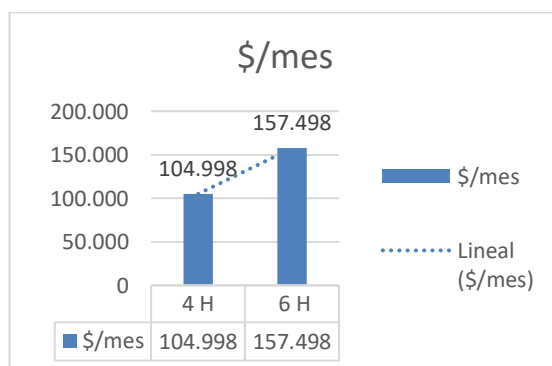


Ilustración 27 Grafica de ahorro económico mensual

En la ilustración 26 se observa el balance mensual de consumo económico que generan los aires acondicionados encendidos, una parte de la gráfica expresa el valor consumido mes por un aire acondicionado que es encendido por 4 hrs diarias frente a un aire acondicionado que se enciende cada 6hrs mensual cuya sumatoria o muestra de kWh / mes se observa en la ilustración 27.

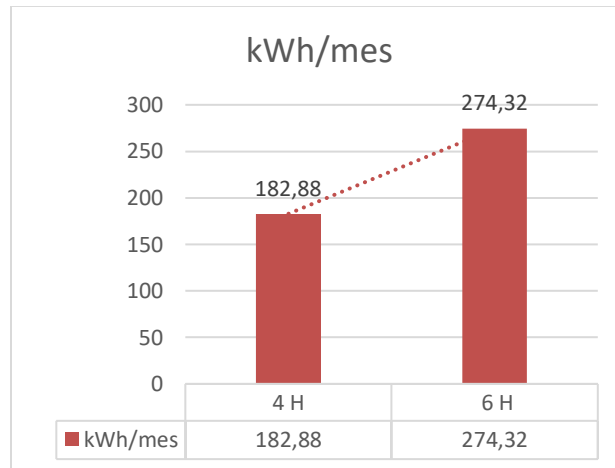


Ilustración 28 Grafica del ahorro energético

En la ilustración 27, se observa el cambio el consumo de kWh / mes. En esa grafica se puede ver el balance del consumo de un aire encendido por 4hrs que suma un total de 182,88 kWh / mes, frente a un aire que consume 274,32 kWh / mes encendido 6hrs al día. Esta comparación se ve reflejado en lo económico como se observa en la ilustración 26. Lo que quiere decir que es aquí donde ingresa el conocimiento ingenieril, se diseña el prototipo para monitorizar los aires acondicionados y así generar este impacto tanto en lo económico como ambiental.

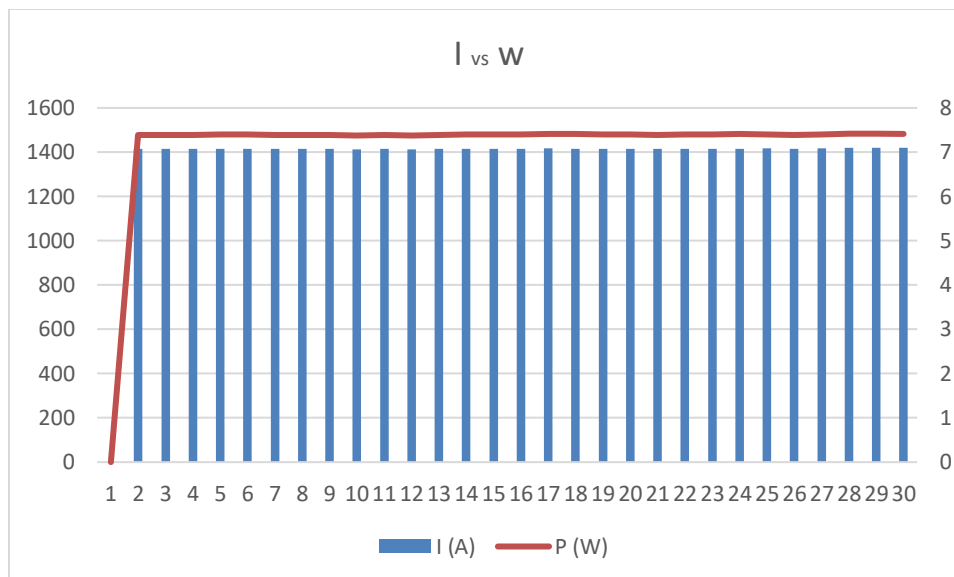


Ilustración 29 Gráfica de corriente (I) vs Potencia (W)

En la ilustración 28 se grafica los datos obtenidos por el aire acondicionado que quedaron almacenados en el datalogger y esto me ayuda a ver el rendimiento del equipo, se puede observar que el aire no tiene ningún problema, arranca de 0 cuando enciende y aumenta su corriente apenas arranca la unidad por lo tanto la línea naranja por eso se ve continua porque siempre mantuvo su corriente deseada.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



10. Conclusión

- Ahora que hemos visto todo lo anterior se interpreta el funcionamiento del prototipo para el sistema de control de los aires acondicionados.
- Para ilustrar mejor los resultados se observa el ahorro económico y energético por medio de imágenes y ecuaciones.
- Tras el análisis podemos deducir que el sistema de control de los aires acondicionados tenga un impacto ambiental y económico en un futuro.
- Se hizo la base de dato para visualizar el ahorro energético de los aires acondicionado.
- Tal y como hemos podido comprobar el sistema de control para los aires acondicionado depende de un buen internet para que sea más eficaz el momento de utilizar el dispositivo.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



11. Referencias

- Naylamp Mechatronics SAC. (2021). <https://Naylampmechatronics.Com/Sensores-Temperatura-y-Humedad/57-Sensor-de-Temperatura-y-Humedad-Relativa-Dht11.Html>.
- Amoabeng, K. O., Opoku, R., Boahen, S., & Obeng, G. Y. (2022). Analysis of indoor set-point temperature of split-type ACs on thermal comfort and energy savings for office buildings in hot-humid climates. *Energy and Built Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.02.006>
- Cárdenas, J. G., Flores, M. I., Navarro, M., & Arturo, B. (n.d.). *Desarrollo de proyectos de Aire Acondicionado, Proyección y Ejecución P R E S E N T A UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA*.
- circuitarte. (2019). *Fabricación e insumos de electrónica*. <https://www.circuitarte.com/Producto/modulo-Lectura-Escritura-Micro-Sd-Arduino/>.
- Jacob Beningo. (2020, January 21). *Cómo seleccionar y usar el módulo ESP32 con Wi-Fi/Bluetooth adecuado para una aplicación de IoT industrial*. <https://www.digikey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>.
- José Guerra Carmentate. (n.d.). *ESP32 Wifi y Bluetooth en un solo chip*. <https://programarfacil.com/esp8266/esp32/>.
- Paola, A., & Barroso, M. (n.d.). *MONITOREO PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 2 SISTEMA DE MONITOREO PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN ORIENTADO A INTERNET DE LAS COSAS*.
- Por, P., Germán, H., Guerrero, G., Enrique, F., & Rubio, D. (n.d.). *SISTEMA DE CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRES ACONDICIONADOS Y MONITOREO DE ENERGÍA ELECTRICA Y TEMPERATURA DE AULAS DEL EDIFICIO DE POSGRADOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA*.
- SSDIELECT - Electrónica digital. (n.d.). *SSDIELECT TIENDA VIRTUAL*. <https://ssdielect.com/en/magnitudes-electricas-1/168-md-pzem-004t.html>.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



UNEF. (n.d.). *GESTIÓN AUTOMÁTICA DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO*.
<https://Gruposinelec.Com/Gestion-Automatica-de-Luminarias-y-Aire-Acondicionado/>.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE
INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA. (n.d.).

12. Anexos



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

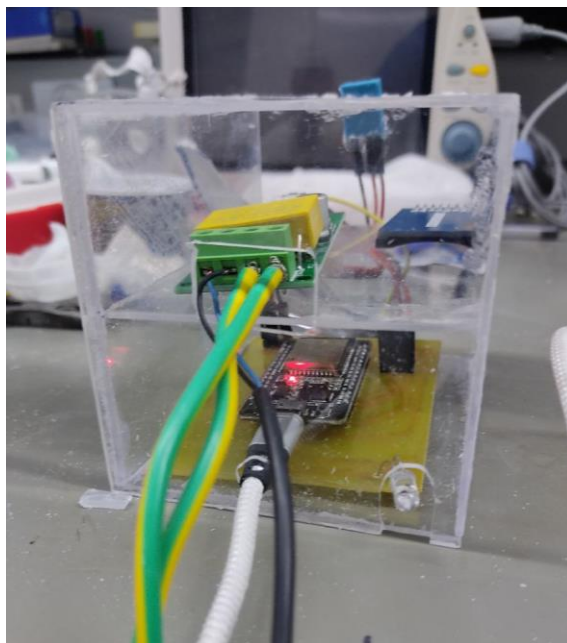


Ilustración 30 Control automatizado para los aires acondicionados



Ilustración 31 Planchado de placa electrónica



Ilustración 32 Proceso para cortar la baquela para montar el circuito de control automatizado para aires acondicionados