

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Electrónica

Tesis

**Diseño de una mini-oficina con calefacción
automatizada por aire caliente para dotar de confort
térmico a los habitantes de las zonas altas de
la región Junín-2021**

Luis Enrique Vega Cajahuaringa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electrónico

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Se agradece infinita y directamente a la plana docente de la facultad de Ingeniería Electrónica por los cinco años de formación académica. Como también al asesor designado por su apoyo, cooperación y la guía brindada para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todos los miembros de mi familia que estuvieron en cada instante a mi lado, en los momentos difíciles, en cada paso de mis estudios académicos y desarrollo personal. Principalmente, a mi hermano mayor quien es inspiración, motivo y aliento en todos estos años en mi formación profesional.

DEDICATORIA

A mi familia, colegas y al docente a cargo de este trabajo de investigación por sus esfuerzos y apoyo en mi proceso de aprendizaje.

RESUMEN

Esta tesis tiene la finalidad de aportar nuevas tecnologías, teniendo como línea de investigación la electrónica de potencia y sistemas de control automático. El objetivo primordial es diseñar una minioficina con calefacción automatizada por aire caliente para el confort térmico, ubicado en un espacio determinado en el interior de las viviendas en las diferentes zonas de la región andina peruana; identificando y dimensionando todos los materiales necesarios para su posible construcción. En la información adquirida, mediante la investigación, se encontraron datos importantes para el diseño como el rango de temperatura de confort y la humedad relativa, la radiación calorífica y otros. Se diseñó la minioficina con las características necesarias para una buena comodidad para el usuario; se identificaron los materiales, dispositivos y actuadores necesarios; se dimensionaron las características de la resistencia térmica, como también los componentes del sistema fotovoltaico. Se aplicó la metodología VDI 2221 que es la más idónea para desarrollar nuevos productos, esta metodología es reconocida y propuesta por la Asociación Alemana de Ingenieros; así mismo, se utilizó el software *ISIS Proteus* para el diseño de la etapa electrónica, el software AutoCAD para el diseño de la minioficina, el software *IBM SPSS Statistics* para la prueba estadística y el software *mikroC* para la programación. Como resultado de la investigación se obtuvo, en las pruebas funcionales, una etapa electrónica con un funcionamiento, velocidad de respuesta y procesamiento óptimos. En la prueba estadística se utilizó el diseño factorial 2^3 teniendo como resultado el uso de una conexión de dos paneles solares de 400 W policristalinos, un sensor de temperatura LM35 y una resistencia térmica tubular lisa, que es la más apropiada para obtener la circulación de la temperatura de confort más rápido por el radiador, con un tiempo de 8 minutos con 5 segundos, aproximadamente, en la temperatura de 22 °C.

Palabras claves: calefacción, control de temperatura, minioficina, resistencia térmica, sistema fotovoltaico, temperatura

ABSTRACT

The present research work has the purpose of contributing with new technologies, having as research line the power electronics and automatic control systems. The main objective is to design a mini office with automated hot air heating for thermal comfort, located in a certain space inside the houses in different areas of the Peruvian Andean region, identifying and sizing all the materials necessary for its possible construction. The information acquired through the research found important data for the design such as the comfort temperature range and relative humidity, heat radiation and others. The mini office was designed with the necessary characteristics for a good comfort for the user; the necessary materials, devices and actuators were identified; the characteristics of the thermal resistance were sized, as well as the components of the photovoltaic system. The VDI 2221 methodology was applied, which is the most suitable for developing new products, this methodology is recognized and proposed by the German Association of Engineers; likewise, the ISIS proteus software was used for the design of the electronic stage, the AutoCAD software for the design of the mini office, the IBM SPSS statistics software for the statistical test and the mikroC software for the programming. As a result of the research, an electronic stage with optimal performance, response and processing speed was obtained in the functional tests. In the statistical test the 2^3 factorial design was used, having as a result the use of a connection of 2 solar panels of 400 W polycrystalline, a LM35 temperature sensor and a smooth tubular thermal resistance is the most appropriate to obtain the fastest circulation of the comfort temperature through the radiator, with a time of 8 minutes with 5 seconds approximately in the temperature of 22 °C.

Keywords: heating, mini office, photovoltaic system, temperature, temperature control, thermal resistance

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Introducción.....	xiii
CAPÍTULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Formulación y planteamiento del problema.....	14
1.1.1.. Problema general.....	15
1.1.2. Problemas específicos.....	15
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1. Objetivo general.....	16
1.2.2. Objetivos específicos.....	16
1.3. Justificación e importancia.....	16
1.3.1. Justificación práctica.....	16
1.3.2. Justificación económica.....	16
1.3.3. Justificación teórica.....	17
1.3.4. Justificación ambiental.....	17
1.3.5. Importancia del trabajo de investigación.....	17
1.4. Operacionalización de variables.....	17
1.4.1. Variable dependiente.....	17
1.4.2. Variable independiente.....	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes del problema.....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	20
2.1.3. Antecedentes locales.....	21

2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Sistema de calefacción.....	22
2.2.1.1. Definición.....	22
2.2.1.2. Elementos.....	22
2.2.1.3. Clasificación.....	23
2.2.2. Sistema fotovoltaico.....	23
2.2.2.1. Definición.....	23
2.2.2.2. Componentes.....	24
2.2.3. Confort térmico.....	24
2.2.3.1. Definición.....	24
2.2.3.2. Elementos.....	25
2.2.4. Aislantes térmicos.....	25
2.2.4.1. Definición.....	25
2.2.4.2. Clasificación según el tipo de material.....	25
2.2.5. Sensor de temperatura.....	27
2.2.6. Sensor de humedad.....	28
2.2.6.1. Definición.....	28
2.2.6.2. Clasificación.....	28
2.2.7. El microcontrolador.....	28
2.2.7.1. Definición.....	28
2.2.7.2. Microcontrolador 16F877A.....	29
2.3. Definición de términos básicos.....	29
CAPÍTULO III	30
METODOLOGÍA	30
3.1. Estudio de la metodología VDI 2221.....	30
3.1.1. Fases.....	30
3.1.1.1. Especificación.....	30
3.1.1.2. Estructura funcional.....	30
3.1.1.3. Solución principal.....	30
3.1.1.4. Estructura modular.....	31
3.1.1.5. Diseños preliminares.....	31
3.1.1.6. Diseño definitivo.....	31
3.1.1.7. Documentación del producto.....	31
3.2. Aplicación de la metodología.....	31

3.2.1. Especificación.....	31
3.2.2. Estructura funcional.....	36
3.2.2.1. Función general.....	36
3.2.2.2. Subfunciones.....	36
3.2.3. Solución principal.....	36
3.2.4. Estructura modular	37
3.2.5. Diseños preliminares.....	37
3.2.6. Diseño definitivo.....	37
3.2.7. Documentación del producto.....	38
CAPÍTULO IV	39
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	39
4.1. Identificación de requerimientos	39
4.1.1. Requerimientos funcionales	39
4.1.1.1. La minioficina.....	39
4.1.1.2. Fuente de alimentación eléctrica	40
4.1.1.3. Sistema de calefacción.....	40
4.1.1.4. Etapa electrónica y programación	40
4.1.2. Requerimientos no funcionales	40
4.2. Análisis de la solución.....	41
4.2.1. Diseño factorial 2 ³ (2x2x2).....	41
4.3. Diseño.....	42
4.3.1. Diseño de la minioficina	42
4.3.1.1. Estructura de la minioficina.....	42
4.3.1.2. Piso elevado	44
4.3.2. Diseño del sistema fotovoltaico.....	44
4.3.3. Diseño de la etapa de control (programación).....	48
4.3.4. Diseño de la etapa electrónica	49
4.3.5. Diseño del sistema de calefacción.....	50
CAPÍTULO V	52
CONSTRUCCIÓN.....	52
5.1. Prototipo virtual.....	52
5.1.1. Construcción virtual de la minioficina	52
5.1.1.1. Piso elevado	52
5.1.1.2. Estructura de la minioficina.....	54

5.1.1.3. Implementación de la minioficina.....	54
5.1.2. Construcción virtual del sistema fotovoltaico	56
5.1.2.1. Conexiones.....	57
5.1.3. Construcción virtual de la etapa electrónica	57
5.2. Pruebas de la solución.....	58
5.2.1. Pruebas funcionales	59
5.2.2. Prueba estadística del diseño de la solución.....	62
5.2.2.1. Elección de la mejor solución	73
5.3. Resultados.....	74
5.4. Características técnicas	75
5.5. Presupuesto	77
Conclusiones	79
Trabajos futuros	80
Lista de referencias.....	81
Anexos	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2. Variable independiente y dependiente	18
Tabla 3. Estatura de 50 encuestados.....	32
Tabla 4. Pesos de 50 encuestados	32
Tabla 5. Matriz de datos.....	41
Tabla 6. Cálculo consumo total	46
Tabla 7. Factores y variables	63
Tabla 8. Caída de tensión 2 paneles 400 W	65
Tabla 9. Caída de tensión 1 panel 800 W	66
Tabla 10. Tratamiento de los datos obtenidos.....	68
Tabla 11. Matriz de datos de diseño	68
Tabla 12. Análisis de varianza.....	69
Tabla 13. Resumen del modelo.....	69
Tabla 14. Coeficientes codificados.....	71
Tabla 15. Factores y variables optimizadas	74
Tabla 16. Componentes y equipos primordiales	75
Tabla 17. Presupuesto del producto.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del sistema de calefacción	23
Figura 2. Sensor LM35.....	27
Figura 3. Sensor RTD.	27
Figura 4. El sensor de temperatura DS18B20.....	28
Figura 5. Microcontrolador.....	29
Figura 6. Pregunta 6 de la encuesta	33
Figura 7. Pregunta 7 de la encuesta	33
Figura 8. Pregunta 8 de la encuesta	34
Figura 9. Pregunta 9 de la encuesta	34
Figura 10. Pregunta 10 de la encuesta	34
Figura 11. Pregunta 11 de la encuesta	35
Figura 12. Vista frontal de la minioficina.....	42
Figura 13. Vista lateral izquierda de la minioficina	43
Figura 14. Vista lateral derecha de la minioficina	43
Figura 15. Vista frontal del piso elevado	44
Figura 16. Vista superior del piso elevado	44
Figura 17. Diagrama de conexión fotovoltaica	45
Figura 18. Diseño electrónico en Proteus	49
Figura 19. Cálculo de resistencia térmica TOPE.....	50
Figura 20. Diseño del sistema de calefacción	51
Figura 21. Esqueleto metálico	52
Figura 22. Estructura del esqueleto.....	53
Figura 23. Capas de materiales	53
Figura 24. Compuerta corrediza.....	54
Figura 25. Estructura de la minioficina	54
Figura 26. Implementación de equipos	55
Figura 27. Minioficina equipada.....	56
Figura 28. Ubicación de paneles fotovoltaicos	56
Figura 29. Módulo metálico	57
Figura 30. Conexión del sistema fotovoltaico.....	57
Figura 31. Visualización 3D de la etapa electrónica	58
Figura 32. Circuito de prueba de la etapa electrónica	58

Figura 33. Simulación con temperatura real baja	59
Figura 34. Simulación con temperatura en el intervalo	60
Figura 35. Simulación con temperatura alta	60
Figura 36. Humedad relativa fuera del intervalo.....	61
Figura 37. Humedad relativa dentro del intervalo.....	61
Figura 38. Configuración de la alarma	62
Figura 39. Activación de la alarma	62
Figura 40. Circuito para la simulación	67
Figura 41. Datos de la simulación	67
Figura 42. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados	70
Figura 43. Residuos para respuestas.....	70
Figura 44. Normal de efectos estandarizados	71
Figura 45. Cubos de respuestas	72
Figura 46. Efectos principales para respuestas.....	72
Figura 47. Interacción para respuestas	73
Figura 48. Optimización	73

INTRODUCCIÓN

Es un honor presentar este trabajo de investigación titulado “*Diseño de una minioficina con calefacción automatizada por aire caliente para dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín-2021*”.

Se tiene como finalidad brindar una solución, de varias que podrían existir, ante los problemas que provocan las temperaturas bajas, generadas por el cambio climático en las distintas zonas de los andes peruanos. Esto, como consecuencia, produce enfermedades respiratorias, dolor de articulaciones y muertes. Todo esto porque el ser humano está expuesto, frecuentemente, demasiado tiempo al frío; por ello, en el presente trabajo se optó por diseñar una minioficina con una calefacción automatizada por aire caliente.

Todos los actuadores están alimentados con un generador de energía eléctrica libre de contaminación dimensionada con cálculos matemáticos, la minioficina está diseñada con materiales con características térmicas, automatizada con un control de temperatura – humedad. Esto, previamente, identificando todos los equipos, materiales y componentes electrónicos de bajo costo, necesarios para su desarrollo y con el propósito de adquirir una minioficina equipada para refugiar al usuario, previniendo así, las enfermedades que causan las bajas temperaturas o el frío.

Se aplicaron todos los conocimientos adquiridos a lo largo del aprendizaje académico, desarrollando tecnología para resolver problemas que afectan a la población, evitando riesgos secundarios como la contaminación y que sean accesibles a la economía de cada persona.

Es por lo que, con el propósito de diseñar esta solución, se pone como temario en el capítulo 1 el planteamiento del estudio; capítulo 2, el marco teórico; capítulo 3, metodología; capítulo 4, análisis y diseño de la solución; capítulo 5, construcción, finalmente, se encuentran las conclusiones, las recomendaciones, la lista de referencias y los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Formulación y planteamiento del problema

Las enfermedades producidas por los fenómenos meteorológicos o naturales, como por ejemplo, las heladas o el friaje han ido afectando gravemente a la población en muchos lugares. El frío es causante de distintas enfermedades respiratorias desde lo más leve (dolores en las articulaciones que se tensan por mantener temperatura corporal y el calor) hasta lo más grave (neumonía), ya que afectan al sistema respiratorio al estar expuesto el ser humano a bajas temperaturas. Afectando a diferentes continentes y a distintos puntos del país en la parte de la sierra, primordialmente; por lo que, muchos países buscan formas de prevenir los efectos de las bajas temperaturas a las que están expuestas su población (1). En Europa, una ola de frío en el año 2017 dejó más de 80 muertos en 10 países, la temperatura promedio identificada entre los países afectados es superior a los $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2).

En el Perú, otra enfermedad causada por el frío es la neumonía que ha tomado la vida de 600 personas, que son adultos mayores y menores de edad, todo esto en el año 2018 reportada por el Minsa (3). Como también cabe recalcar que en este mismo año se identificó 1873 distritos en el Perú, donde 1376 distritos de la región sierra estaban, frecuentemente, a una temperatura promedio muy baja de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (4). El frío en el país ha ido aumentando en los

diferentes puntos de la sierra como Junín, Puno, Huancavelica, Arequipa, Ayacucho y Apurímac (5); en el año 2020 la Dirección Regional de Salud Junín (Diresa - Junín) dio a conocer, a través del director de epidemiología, que se registraron 19528 casos de personas con infecciones respiratorias agudas que afectó a gran escala, principalmente, a los menores de edad y ancianos; la temperatura promedio mínima detectada en Junín en este año hasta la actualidad es de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y raras veces $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (6). Finalmente, desde la quincena de marzo del 2020 hasta la actualidad, el país está pasando por una crisis sanitaria a causa del Covid-19 cuyos síntomas se asemejan al resfriado común y la gripe, causando aglomeraciones en hospitales por parte de la población creyendo que están contagiados con esta enfermedad y exponiéndose sin razón alguna.

1.1.1. Problema general

☐ ¿Cuál sería el diseño adecuado de una minioficina con calefacción automatizada por aire caliente para dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín-2021?

1.1.2. Problemas específicos

☐ ¿Cuáles serían las características del sistema fotovoltaico para la distribución de la energía eléctrica en la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente?

☐ ¿Qué componentes electrónicos, actuadores y sensores son necesarios para automatizar la minioficina con calefacción por aire caliente?

☐ ¿Qué características tendría la resistencia térmica para proporcionar una temperatura de confort adecuada en el interior de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente?

☐ ¿De qué materiales térmicos estaría diseñada la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente para disminuir la pérdida de la radiación calorífica?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ☐ Diseñar una minioficina con calefacción automatizada por aire caliente para dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín-2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- ☐ Dimensionar el sistema fotovoltaico para la distribución de la energía eléctrica en la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente.
- ☐ Determinar los componentes electrónicos, actuadores y sensores adecuados para automatizar la minioficina con calefacción por aire caliente.
- ☐ Dimensionar la resistencia térmica para proporcionar una temperatura de confort adecuada en el interior de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente.
- ☐ Determinar los materiales térmicos adecuados para la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente para disminuir la pérdida de la radiación calorífica.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación práctica

El resultado de la investigación permitió construir una minioficina con materiales térmicos, incorporando en su interior un sistema de calefacción por aire caliente generado por una resistencia térmica. Además, a este sistema de calefacción se ha implementado un sistema de control automático con la finalidad de dotar al interior del módulo un intervalo de temperatura apto para el ser humano.

1.3.2. Justificación económica

La fuente de energía eléctrica para hacer funcionar la calefacción por aire caliente automatizada es energía renovable que no produce costos adicionales en el consumo diario o mensual de la energía eléctrica instalada o utilizada del sector público; al contrario, posee una línea de energía eléctrica adicional que

ayuda a reducir este costo energético. Además, se utilizan materiales y tecnología de bajo costo y accesible.

1.3.3. Justificación teórica

La finalidad de cada parte del trabajo investigado es aplicar los conocimientos obtenidos en todo el proceso de formación académica. Como también generar nuevos conocimientos y desarrollo tecnológico, con el propósito de mejorar el bienestar y estado de salud de la población.

1.3.4. Justificación ambiental

La minioficina con calefacción por aire caliente automatizada está alimentada por energía eléctrica renovable y limpia adquirida por la radiación solar, que no produce contaminación ambiental y contaminantes que afecte la salud o el bienestar de cada integrante que ocupe o resida en las viviendas. Las radiaciones solares en la región Junín son muy altas, redactada por el Ministerio de Energía y Minas a un valor de 5.2 kWh/m², información recopilada del Atlas Solar que fue redactada por Minasen (7).

1.3.5. Importancia del trabajo de investigación

Este trabajo posee una única y gran importancia en la sociedad, que es prevenir, ya que tiene el propósito primordial de mejorar el bienestar y estado de salud de las personas con un confort térmico adecuado en un espacio determinado de sus viviendas. Con la finalidad de continuar sus actividades académicas, trabajo y otros en presencia de bajas temperaturas en sus residencias.

1.4. Operacionalización de variables

1.4.1. Variable dependiente

Dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín, esta variable depende del rango de la temperatura calibrada de la calefacción automatizada por aire caliente, implementada en el interior de la minioficina por parte del usuario en el diseño de esta con calefacción automatizada por aire caliente para dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín-2021.

1.4.2. Variable independiente

Minioficina con calefacción automatizada por aire caliente, esta variable no depende de otra. Como también en el diseño se tiene un control completo con el propósito de modificar la variable dependiente con los resultados obtenidos y deseados.

Tabla 1
Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
Autor:	Luis Enrique Vega Cajahuaringa	
Título:	Diseño de una mini-oficina con calefacción automatizada por aire caliente para dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín-2021.	
Problema:	¿Cuál sería el diseño adecuado de una mini-oficina con calefacción automatizada por aire caliente para dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín-2021?	
	Independiente	Dependiente
VARIABLES	Mini-oficina con calefacción automatizada por aire caliente.	Dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín.
Definición conceptual	La calefacción automatizada es un sistema que genera e impulsa aire caliente a una determinada temperatura y la libera gradualmente en el interior de un espacio cerrado. Manteniendo un intervalo de temperatura automáticamente con ayuda de sensores que transforma las magnitudes físicas en variables eléctricas, previamente programado en código de programación y cargado a un circuito integrado programable..	El confort térmico es la sensación favorable o neutra de un individuo con su ambiente a un rango de temperatura adecuada al realizar una actividad. Con la finalidad de proteger su bienestar y estado de salud ante temperaturas bajas.
Definición operacional	Variable que genera e impulsa aire caliente y controla intervalos de temperatura por medio de señales eléctricas que fueron convertidas posteriormente de magnitudes físicas.	Variable que expresa la satisfacción del individuo por un confort térmico adecuada en su entorno. Libre de bajas temperaturas que perjudican su salud.

Tabla 2
Variable independiente y dependiente

Variable Independiente	Mini-oficina con calefacción automatizada por aire caliente.			
Dimensiones o Sub Variables	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Instrumento
Conexiones del sistema fotovoltaico	Caída de tensión	V	Numérica Continua	Amperímetro / Simulación
Sensor de temperatura	Grado Celsius	°C	Numérica Continua	Multímetro / Simulación
Resistencia térmica	Potencia	W	Numérica Continua	Amperímetro / Simulación
Variable Dependiente	Dotar de confort térmico a los habitantes de las zonas altas de la región Junín			
Dimensiones o Sub Variables	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Instrumento
Temperatura de confort	Tiempo	Minutos	Numérica Continua	Simulación

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis «*Diseño de un sistema de calefacción solar para un edificio público*» (8) se plantea como objetivo solucionar la calefacción del edificio de la Gobernación de la provincia Cordillera, utilizando energía solar. A través del método térmico, que es ideal para determinar el comportamiento del ambiente en un espacio, ha obtenido como resultado, por medio de simulación térmica, que mejora la calefacción solar con aislantes térmicos como estrategia natural para después reconocer las características térmicas; determinando que la radiación solar que recibe el edificio puede generar calefacción a un 95% para la temporada del invierno. Asimismo, se recomienda mejorar el aspecto térmico del sistema de calefacción. Esta investigación es relevante porque verifica la falta de eficacia de los sistemas de calefacción solar sin el acondicionamiento de aislantes térmicos (8).

En la tesis «*Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi*» (9) se plantea como objetivo diseñar e implementar un sistema de calefacción utilizando energía solar para el laboratorio de energías alternativas. A través del método

inductivo-deductivo se ha obtenido como resultado un sistema fotovoltaico con una caída de tensión capaz de entregar la potencia necesaria para la calefacción. Asimismo, se recomienda implementar paneles de 60 celdas y conductores de cobre para evitar caídas de tensión. Esta investigación es relevante porque proporciona los elementos y fórmulas matemáticas para diseñar el generador de energía eléctrica del producto (9).

En la tesis “*Sistema de calefacción solar de aire*” (10) se plantea como objetivo el diseño de un calefactor generador de aire caliente. A través del método descriptivo y analítico se ha obtenido como resultado la implementación del sistema con valores satisfactorios, como el proceso productivo y la integración de bajo grado tecnológico, el diseño de cómo mejorar la calidad es necesario para la aceptación de este tipo de tecnología. Asimismo, se recomienda utilizar sistemas de generación eléctrica sustentable. Esta investigación es relevante porque muestra la eficiencia del uso de energía solar en un sistema de calefacción (10).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis “*Diseño del sistema de control de temperatura de un invernadero*” (11) se plantea como objetivo automatizar un invernadero para controlar la temperatura. A través del método experimental se ha obtenido como resultado identificar los elementos requeridos para la automatización e implementar las diferentes etapas desde el sistema fotovoltaico hasta el sensado y actuación. Asimismo, recomienda implementar un sistema de monitoreo. Esta investigación es relevante para la tesis porque proporciona los elementos y equipos del sistema de automatización de la temperatura (11).

En la tesis “*Diseño de un sistema de control y supervisión para unidades de tratamiento de aire en sistemas de climatización aplicando control difuso*” (12) se plantea como objetivo diseñar un sistema de control y supervisión para unidades de tratamiento de aire en sistemas de climatización. A través del método experimental se ha obtenido, como resultado, un sistema de control y supervisión de un sistema de climatización que está hecho a partir de un sistema integral. Asimismo, se recomienda mejorar el sistema y aplicar controladores

difusos. Esta investigación es relevante por la aplicación de diferentes modelos y formas a escoger al aplicar la automatización para un control de temperatura (12).

En la tesis “*Diseño y simulación de un sistema de calefacción por piso radiante*” (13) se plantea como objetivo mostrar un modelo de transferencia de calor del interior de un panel. A través del método analítico se han obtenido, como resultados, los cálculos de transferencia de calor de los paneles radiantes en una relación lineal entre la temperatura del piso y la comodidad, teniendo como disipador el agua caliente. Asimismo, se recomienda el calentamiento del agua con energía alternativa. Esta investigación es relevante porque contribuye en los parámetros de transferencia de calor de la parte inferior del piso hacia la parte superior del módulo de trabajo (13).

2.1.3. Antecedentes locales

En la tesis “*Sistema de calefacción solar térmico controlado para mantener el confort térmico en un ambiente de la FIQ*” (7) se plantea como objetivo implementar un sistema de calefacción solar térmico controlado, calculando la energía calorífica y flujo de calor de los radiadores. A través del método experimental se ha obtenido como resultado que la energía calorífica transferida al ambiente permitió alcanzar la temperatura de confort, entre 3 a 5 horas llegando al rango de temperatura entre 18 y 25 °C, por consiguiente, se determinaron los elementos para su respectiva automatización del sistema de calefacción con una duración al día de cinco horas. Asimismo, se recomienda que para no tener pérdidas mayores de calor; aislar mínimamente los muros, techo y piso. Esta investigación es relevante porque se ameritan los datos necesarios para obtener la temperatura de confort óptima (7).

En la tesis “*Sistema automático de calefacción con energía fotovoltaica y eólica para el confort térmico de una vivienda rural de la ciudad de Castrovirreyna*” (14) se plantea como objetivo incrementar la temperatura de la vivienda internamente mejorando el confort térmico. A través del método experimental se ha obtenido como resultado un sistema automático utilizando el sistema electrónico PID mediante un microcontrolador. Asimismo, recomienda

desarrollar nuevos modelos de sistemas electrónicos para automatizar. Esta investigación es relevante por la aplicación de diferentes tipos y formas a escoger sistemas electrónicos para controlar diferentes actuadores (14).

En la tesis “*Análisis y diseño de una vivienda rural implementada con un sistema térmico ecoeficiente de energía solar - Chachapoyas 2016*” (15) se plantea como objetivo el diseño de viviendas con sistemas térmicos. A través del método descriptivo y analítico se han obtenido como resultados las características y condiciones de una vivienda con un sistema térmico como el adobe con características adecuadas para mejorar el confort térmico al implementar sistemas de calefacción; los elementos a considerar son el uso de arcilla inorgánicas para una mediana plasticidad y el uso regular de paja seca para una mayor consistencia. Asimismo, se recomienda implementar, en las viviendas, sistemas generadores de calor. Esta investigación es relevante porque se recopila información sobre la importancia del diseño de la vivienda que ayudan al rendimiento y evitar pérdidas al implementar un sistema térmico o calefactor (15).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema de calefacción

2.2.1.1. Definición

Es un grupo de elementos y etapas que interactúan entre sí y están interrelacionados con la finalidad de producir y distribuir radiación calorífica en espacios o en determinados ambientes para proporcionar condiciones de comodidad térmica (16).

2.2.1.2. Elementos

Normalmente poseen tres componentes en su sistema. El **Planteo Térmico** tiene la función de generar radiación calorífica y distribuirlo según el sistema utilizado para la sustancia o fluido que será recepcionado por un fluido primario que, con ayuda de un intercambiador, brindará apoyo a un equipo terminal, los componentes que lo conforman son el conducto de humos, una caldera y un quemador. **Las canalizaciones** transportan fluidos calefactores donde hay dos tipos que son las cañerías y conductos. Y **los equipos**

terminales transfieren el calor al ambiente con radiadores, zócalos térmicos y paneles. Los sistemas de calefacción más utilizados son por aire caliente forzado que al calentar un material o sustancia transmiten radiación calorífica al ambiente, como el piso radiante que se transmite el calor desde la parte inferior hacia la parte superior de la vivienda, de la misma forma la de una pared radiante haciendo fluir una sustancia caliente por el interior de la infraestructura (16).



Figura 1. Componentes del sistema de calefacción

2.2.1.3. Clasificación

Los diferentes sistemas de calefacción se clasifican por sus funciones de la energía liberada por el fluido transmisor. Los que se pueden encontrar son los sistemas de **calefacción por agua caliente**, esta utiliza el agua en su estado líquido para transferir calor calentado en una caldera central; **calefacción por vapor de agua**, utiliza vapor a presión que es transferido por tuberías hacia los radiadores que son los intercambiadores de calor; **calefacción por aire caliente**, es aire impulsado a un espacio renovando el ambiente; **calefacción por resistencia eléctrica**, utiliza la electricidad para calentar una resistencia eléctrica que emita calor; **calefacción por radiación solar**, se aprovecha la radiación solar para generar calor con ayuda de un colector; **calefacción por paneles radiantes**, utilizados para espacios grandes con tuberías para agua caliente y resistencias eléctricas situados en la parte detrás del techo o paredes. Y **calefacción electrónica**, el calor es producido por osciladores electrónicos de alta frecuencia alimentados por corriente alterna continua (13).

2.2.2. Sistema fotovoltaico

2.2.2.1. Definición

Es el proceso de producir energía eléctrica por medio de paneles solares; todo colector está hecho de componentes semiconductores con características

tipo diodo, que a partir de un proceso químico hay salto o excitación de electrodos cuando son tocados por la radiación solar conocido como el efecto fotoeléctrico. Al generarse este fenómeno provoca una diferencia de potencial pequeño en los extremos de dicho semiconductor; en configuración de serie de los fotodiodos se obtienen voltajes superiores aptos para dispositivos electrónicos pequeños; cuando los electrones son capturados resulta la corriente continua, que se puede procesar para convertirla en corriente alterna y llevarla a la red eléctrica para ser consumida (7).

2.2.2.2. Componentes

Entre los componentes del sistema de calefacción están, en primer lugar, el **panel solar** que son un grupo de celdas solares o células fotovoltaicas que tiene la capacidad de adquirir y transformar la energía del sol en corriente eléctrica. En segundo lugar, **el regulador de carga** o controladores de carga tiene la función de regular la tensión para ser suministrado controlando la carga y descarga de baterías. y finalmente **los Inversores de voltaje** tiene la función de convertir la corriente de entrada continua a una corriente de salida alterna. Y las baterías o acumuladores están compuestos por celdas electroquímicas quienes tienen la función de convertir la energía química en energía eléctrica en corriente continua (17).

2.2.3. Confort térmico

2.2.3.1. Definición

Un ambiente cómodo a una temperatura adecuada sigue siendo un parámetro muy importante para el ser humano en las diferentes construcciones para un ambiente térmicamente agradable y cómodo. El confort térmico es adquirido cuando sus diferentes parámetros son agradables para el ser humano o la sensación neutra entre la persona con respecto al ambiente térmico. El confort es una condición básica para el éxito en la enseñanza; las temperaturas muy bajas o altas, una iluminación inadecuada, ruido y reverberación acústica inapropiada perjudican seriamente el aprendizaje; la percepción del confort térmico es relativamente parecida entre los seres humanos (7).

La zona de confort térmico se encuentra entre 21 °C a 27 °C; existen variaciones por la adaptación climática – una persona en la selva amazónica acepta con facilidad una temperatura de 28 °C, lo que sería muy caliente para una persona de la zona andina alta; una temperatura de 19 °C es aceptable para personas climatizadas en las alturas de los andenes, pero para personas climatizadas a la selva baja ya sería frío; temperaturas en torno de los 23 °C son considerados agradables por la mayoría de personas, independientemente de su zona climática. Por lo que se recomienda un rango de 18 °C a 20 °C de temperatura para reposar y para trabajar un rango de 15 °C a 18 °C para las zonas andinas (7).

2.2.3.2. Elementos

Para un ambiente con confort térmico agradable se tienen que considerar los siguientes parámetros primordiales y son **la velocidad y la temperatura del aire** tanto en la parte interior como en el exterior y **la humedad relativa** (para un espacio saludable se recomienda una humedad relativa de 50% al 60%). Además, existen otros parámetros secundarios que influyen como el metabolismo de cada ser humano, la actividad física desarrollada, la luz, el nivel de ruido y la calidad del aire (7).

2.2.4. Aislantes térmicos

2.2.4.1. Definición

Son materiales que poseen el coeficiente térmico de conducción inferior al valor de 0.060 W/m-K, además con resistencia superior al valor de 0.25 m² K/W. Esta resistencia térmica va a depender del espesor de la conductividad térmica, en otras palabras, a mayor espesor habrá mayor resistencia o viceversa (16).

2.2.4.2. Clasificación según el tipo de material

Poliestireno extruido, este material es aislante que posee una estructura celular rígida y aire en el interior; su fabricación posee 4 fases que son la mecanización, calibración, expansión y extrusión (16).

El poliestireno expandido, este material es el mismo que el del extruido con la diferencia que es de espuma rígida, ligera y plástica que se fabrica a partir de pentano, caracterizado por ser un agente que se expande. Es utilizado normalmente como material de aislante térmico o acústico. Posee una conductividad que está entre los rangos de 0.029 hasta este valor de 0.053 W/m-K (16).

Vidrio celular, este material aislante posee células herméticamente cerradas con estabilidad y durabilidad, pero frágil, posee una conductividad de 0.035 a 0.055 W/m-K, su fabricación es mediante una fusión y expansión de un vidrio sílice-aluminoso para adquirir paneles rígidos (16).

El corcho, este material es originario de una corteza, básicamente de la parte exterior de una planta denominada alcornoque, es de material térmico, con aplicaciones para la acústica, posee presentaciones o están diseñadas como planchas, laminarias y triturados; tiene su conductividad térmica entre 0.034 a 0.1 W/m-K, para su elaboración, primero se extrae del árbol, después se tritura, el siguiente proceso es granularlo como prensado y después llevarlo al cocido, de donde resulta el corcho por efecto aglutinado por el proceso de su resina (16).

A base de lana de oveja y algodón, estos materiales son hechos de residuos de textiles desfibrados, su fabricación puede ser a granel, mantos y placas; los dos materiales poseen, cada uno, conductividades de características térmicas inferiores, el algodón está en un rango entre 0.029 hasta 0.04 W/m-K y la lana extraída de la oveja está en el rango de 0.035 y 0.005 W/m-K, en su fabricación primero se desfibran los textiles, descolora y finalmente se hace el proceso contra hongos y, por último, se hace la producción de placas o mantos (16).

Las planchas de madera, fabricadas por desechos extraídos de la madera, y su proceso consiste en triturar madera, en el desfibrado se agrega agua y se somete al calentamiento para que la mezcla sea homogénea. Las características de la madera como la aglomeración, por contener lignina, no requieren de otros adhesivos, por último, se prensa para después secarse y

El **DS18B20**, este sensor de temperatura viene incorporado con la tecnología digital con la transmisión de la información por un solo cable, más rápido y sencillo, a diferencia de los otros sensores, este necesita programarse con librerías (11).



Figura 4. El sensor de temperatura DS18B20. Tomada de Omega Engineering

2.2.6. Sensor de humedad

2.2.6.1. Definición

Más conocido como higrómetro, es un componente que transforma las magnitudes de la humedad en señal eléctrica normalizada, donde la intensidad suele ser entre 4 y 20 mA.

2.2.6.2. Clasificación

Los más conocidos son los **sensores de humedad óptico** que absorben el agua que causa un cambio en el índice de polarización, absorción de la luz y refracción. **El sensor de humedad capacitivo**, conformados por dos electrodos planos, con una película de material dieléctrico en el centro sensible a la humedad, esta sensibilidad se debe a la adsorción del vapor de agua que produce cambios de la constante dieléctrica. Los sensores de humedad capacitivo están compuestos por electrodos interdigitados encima de un substrato y sobre un electrodo sensible con características al cambio de humedad, que al absorber moléculas de humedad, cambia la resistencia eléctrica.

2.2.7. El microcontrolador

2.2.7.1. Definición

Es un chip o una microcomputadora que posee una memoria de procesamiento capaz de leer códigos binarios para procesar datos que ingresan

por sus periféricos de entradas y actuadas por sus periféricos de salidas. Los códigos o instrucciones son realizados en softwares para después cargarlos al microcontrolador (18).



Figura 5. Microcontrolador. Tomada de Microcontroladores (18)

2.2.7.2. Microcontrolador 16F877A

Este microcontrolador es de la familia PIC fabricado por MicroChip que es más práctico, versátil y eficiente. Entre sus características más destacadas se encuentra su memoria reprogramable, además soporta el modo de comunicación serial, amplia memoria para datos y programa y set de instrucciones reducidos tipo RISC (18).

2.3. Definición de términos básicos

- ☐ **Radiación solar:** son ondas electromagnéticas que van viajando en diferentes direcciones a la superficie de la tierra como la luz visible (7).
- ☐ **Calefacción:** es un método con el propósito de mantener o elevar la temperatura, siendo un elemento muy importante para el confort de un hogar aportando calor a algo o alguien (16).
- ☐ **Transferencia de calor:** es un fenómeno que proporciona o transmite el calor de sí mismo a otro material al que está en contacto como el aire, metal u otros. (19).
- ☐ **Aislante térmico:** son materiales con características y componentes especiales, capaces de mantener el calor aislado en un solo espacio, evitando que se pierda o que la temperatura baje rápidamente (19).
- ☐ **Automatización:** es el proceso y la implementación de tecnología a un sistema mecánico que interviene la mano del hombre, se integra al sistema la capacidad de realizar su trabajo automáticamente limitando o eliminando la intervención del hombre, incorporando nuevos procesadores y sensores (7).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Estudio de la metodología VDI 2221

En el presente proyecto de investigación se utilizó el modelo metodológico VDI 2221 que es una norma alemana propuesta por la Asociación Alemana de Ingenieros. Esta norma posee una serie de fases en las que se puede observar una secuencia de actividades que tiene como finalidad desarrollar un producto (20).

3.1.1. Fases

3.1.1.1. Especificación

Esta fase permite obtener información importante y precisa para el desarrollo de un producto; a partir de la investigación de las necesidades que el producto va a satisfacer.

3.1.1.2. Estructura funcional

Consiste en determinar las funciones del producto: la función general y las funciones específicas.

3.1.1.3. Solución principal

Búsqueda de los principios de solución para todas las funciones y subfunciones, como resultado se obtiene una solución principal, que representa

la mejor combinación de los efectos físicos y las características de realización preliminares.

3.1.1.4. Estructura modular

Para el desarrollo de todo el producto es necesario la descomposición de la solución en los grupos menores realizables.

3.1.1.5. Diseños preliminares

Consiste en impulsar los diseños de los módulos principales, con un nivel medio de refinamiento de la geometría, los materiales y otros detalles que permitan el diseño óptimo para ser seleccionados.

3.1.1.6. Diseño definitivo

Los diseños preliminares son mejorados y completados con mayor información detallada sobre conjuntos y componentes no incluidos anteriormente, y por la interacción de todos los conjuntos y los componentes.

3.1.1.7. Documentación del producto

Se preparan todas las instrucciones de funcionamiento del producto final, que incluye un manual de usuario.

3.2. Aplicación de la metodología

3.2.1. Especificación

Para diseñar un espacio o una zona con un confort térmico en su interior al rango de la temperatura deseada por el usuario o recomendada por un especialista. Con sus variables principales (la temperatura, la humedad relativa y la circulación del aire) aptos para el bienestar del usuario.

Por lo que se optó por utilizar un cuestionario (anexo 3) entregado a un grupo de 50 personas seleccionadas de manera no aleatoria entre estudiantes, profesionales y adultos mayores de la región Junín. Que tuvo el objetivo de encontrar datos e información para diseñar y encontrar las características del producto. Entre los principales resultados se obtuvieron los siguientes:

Como primer resultado se obtuvo la altura del espacio, obteniendo la estatura máxima de los encuestados (tabla 3). A todo esto, se adicionaron unos cm adicionales para que los usuarios puedan ingresar con un espacio apto a su estatura. La estatura máxima es de 1.74 m a la que se le sumó 11 cm para colocar un foco led circular empotrado de 3.5 cm de altura y para que el usuario esté cómodo, entonces la altura del espacio en su interior es de 1.85 m.

Tabla 3
Estatuta de 50 encuestados

Estatuta (m)									
1.52	1.7	1.72	1.68	1.64	1.74	1.62	1.58	1.52	1.56
1.72	1.58	1.62	1.73	1.7	1.58	1.54	1.56	1.64	1.68
1.7	1.65	1.72	1.69	1.65	1.69	1.67	1.52	1.63	1.67
1.7	1.68	1.58	1.62	1.68	1.72	1.7	1.68	1.69	1.56
1.6	1.68	1.6	1.58	1.67	1.69	1.7	1.56	1.69	1.68

Peso promedio:	1.65
Peso Maximo:	1.74

El siguiente resultado se obtuvo del peso que soportará el espacio, con el peso máximo de los encuestados (tabla 4). A todo esto, se adicionó un peso extra para que el piso elevado soporte tanto el peso del usuario como también el peso de un escritorio, silla y otro. El peso máximo de los encuestados es de 77 kg así que se le sumó 170 kg para soportar los pesos adicionales, entonces el peso máximo que debe soportar el piso del espacio es de 247 kg.

Tabla 4
Pesos de 50 encuestados

Peso (Kg)									
49	68	74	70	60	77	60	56	56	53
70	61	58	74	73	56	50	53	62	64
72	63	75	66	61	66	70	49	66	64
67	65	55	66	70	69	67	65	66	60
57	71	57	56	65	67	73	60	65	64

P. promedio:	63.62
P. máximo:	77

El resultado de la pregunta 6 en la que se preguntó si el encuestado sufrió alguna enfermedad respiratoria u otro por causa del frío, el 100% de los encuestados respondieron que sí (figura 6).



Figura 6. Pregunta 6 de la encuesta

El resultado de la pregunta 7 (figura 7) muestra que la mayoría de los encuestados padecen dolores de articulaciones seguido del resfriado común o gripe y de la neumonía.

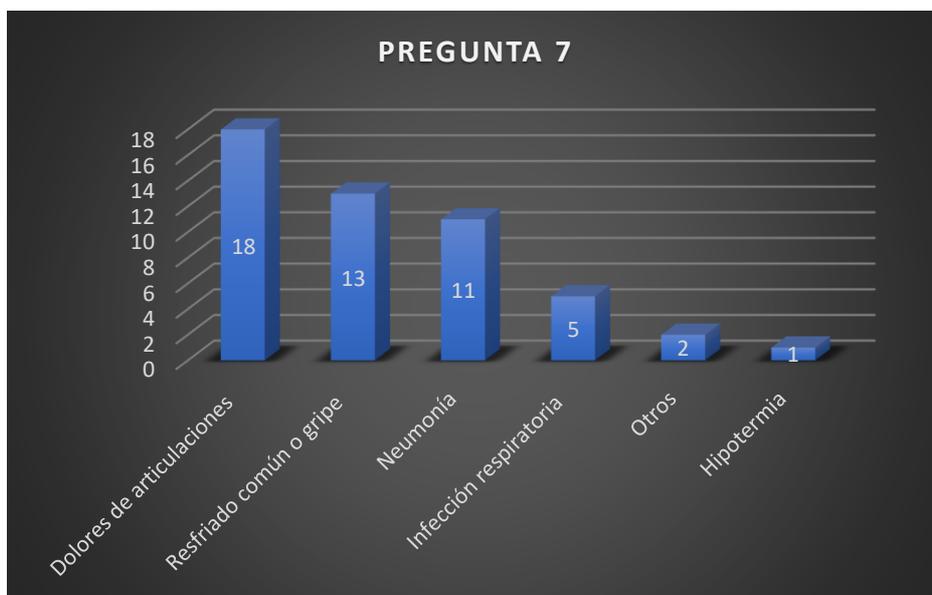


Figura 7. Pregunta 7 de la encuesta

El resultado de la pregunta 8, qué actividad realiza con mayor frecuencia en su hogar, el 36% de los encuestados respondieron que son estudiantes, el 30% trabajan desde casa, el 24% son ama de casa y el 10% son adultos mayores y descansan (figura 8).

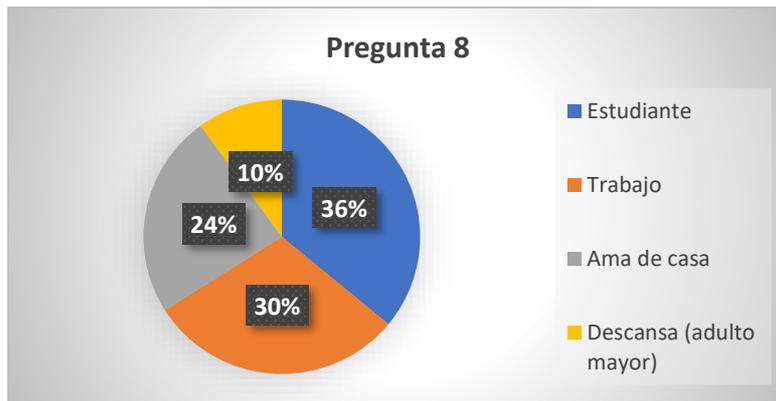


Figura 8. Pregunta 8 de la encuesta

El resultado de la pregunta 9, qué tiempo proporciona el encuestado en la actividad marcada en la pregunta anterior, se tuvo que la mayoría realiza dicha actividad 8 horas diarias. Este tiempo se utilizará en el cálculo del sistema fotovoltaico en la etapa del diseño (figura 9).



Figura 9. Pregunta 9 de la encuesta

El resultado de la pregunta 10, le gustaría tener un espacio con una temperatura ideal para realizar su actividad cómodamente, el 100% de los encuestados respondieron que sí (figura 10).



Figura 10. Pregunta 10 de la encuesta

El resultado de la pregunta 11, donde se preguntó qué equipo utiliza más en su actividad diaria en su hogar, la mayoría de los encuestados respondieron que utilizan la laptop, por lo que el consumo eléctrico de este equipo se va a considerar en la etapa del diseño del sistema fotovoltaico (figura 11).

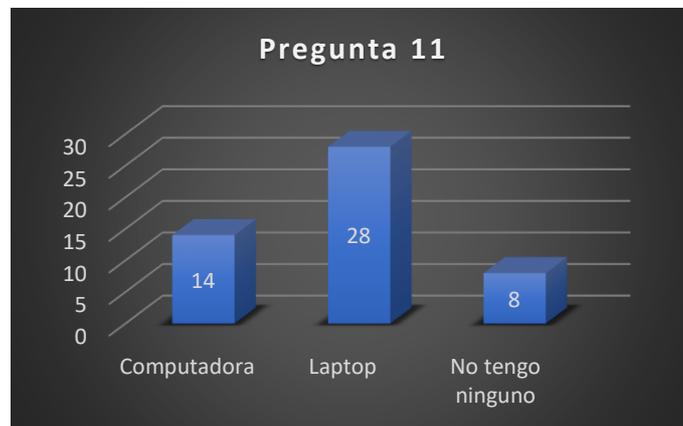


Figura 11. Pregunta 11 de la encuesta

Concluyendo con los resultados del cuestionario, se obtuvieron como especificaciones o características del espacio, lo siguiente:

- La altura del espacio en la parte interior es de 1.85 m.
- El peso máximo que debe soportar es de 247 kg.
- El espacio, mayormente, será utilizado para estudiantes, trabajadores desde casa y personas vulnerables al frío (ancianos).
- El tiempo necesario para que el usuario realice sus actividades en el espacio es de 8 horas por día.
- El equipo que se implementará en el espacio es una laptop si el usuario lo requiere.

Además, la información recopilada en la formulación del problema y las bases teóricas muestran una característica importante. Donde el espacio, al estar expuesto a una temperatura de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, brinde una temperatura de confort de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del 50% al 60%.

3.2.2. Estructura funcional

3.2.2.1. Función general

El espacio debe brindar y mantener un ambiente con un confort térmico adecuado con la implementación de una serie de etapas en su interior.

3.2.2.2. Subfunciones

- El espacio tiene que poseer una etapa con la función de generar calor para ser distribuido en la zona para elevar la temperatura.
- El espacio debe tener una etapa con la función de evitar que en el ambiente la temperatura sea muy alta o perjudicial para el ser humano.
- El espacio debe poseer una etapa con la función de evitar la humedad relativa muy alta o baja que se genere.
- El espacio debe tener una etapa de control con la función de mantener un rango de temperatura y de humedad relativa automáticamente.
- El espacio debe poseer un generador eléctrico para el funcionamiento de los equipos.
- El espacio debe tener una función para activar un dispositivo o algún medio para mantener en alerta al usuario en determinadas tareas estando en el ambiente con confort térmico.

3.2.3. Solución principal

- Se diseñó una minioficina dimensionada con materiales térmicos para dotar confort térmico en su interior.
- Se dimensionó un sistema de calefacción por aire caliente para generar calor a un rango de temperatura requerida por el usuario o recomendada que es de 15 °C a 20 °C.
- Se dimensionó un detector de humedad relativa para mantener un rango de 50% a 60% de humedad para el bienestar del usuario.
- Se diseñó una etapa electrónica para controlar automáticamente el sistema de calefacción y el nivel de humedad ubicados en el interior de la minioficina.
- Se diseñó un sistema fotovoltaico para alimentar los diferentes equipos como también el sistema de calefacción automatizada.

Además, la etapa de control posee un temporizador para activar una alarma a una hora programada con el fin de despertar u otra acción que el usuario disponga.

3.2.4. Estructura modular

Se determinaron los componentes de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente, que está compuesto por las siguientes etapas:

- Un ambiente cerrado y hermético
- El sistema de calefacción
- El sistema de automatización o etapa electrónica
- El sistema de control de humedad relativa
- El sistema de generación eléctrica fotovoltaica

3.2.5. Diseños preliminares

Se realizaron la recolección de información para dimensionar los componentes de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente:

- El ambiente cerrado y hermético posee como componentes primordiales para el diseño la estructura para el piso, las columnas y la estructura de las paredes.
- El sistema de calefacción tiene como componentes principales para el diseño la resistencia térmica, un ventilador y el radiador.
- El sistema de automatización o etapa electrónica posee como componentes primordiales para el diseño el microcontrolador, pantalla LCD, sensor de temperatura y el sensor de humedad relativa.
- El sistema de generación eléctrica fotovoltaica tiene como componentes principales para el diseño el panel solar, el controlador de carga, el inversor de corriente y la batería.

3.2.6. Diseño definitivo

Se realizaron cálculos de recopilación de información y datos definitivos, y se llegaron a diseñar los componentes o etapas de la minioficina:

- El ambiente cerrado y hermético se diseñó utilizando el software AutoCAD.

- El sistema de calefacción se dimensionó utilizando el software en línea proporcionado por la empresa Tope para adquirir la capacidad de la resistencia térmica.
- El sistema de control de humedad relativa y el sistema de automatización o etapa electrónica se diseñó en el software Proteus ISIS/ARES. En el caso de la programación del microcontrolador PIC se utilizó el software MikroC junto con el software Proteus ISIS/ARES para las pruebas correspondientes.
- Para dimensionar el sistema de generación eléctrica fotovoltaica fue necesario realizar cálculos matemáticos aplicando las fórmulas correspondientes.

3.2.7. Documentación del producto

Para el funcionamiento adecuado de la minioficina y sus etapas correspondientes se desarrolló una guía de usuario que contiene los procedimientos básicos para su operación, así como el proceso de mantenimiento preventivo (anexo 4).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1. Identificación de requerimientos

Por motivos de restricciones financieras, técnicas y la emergencia sanitaria impuesta por el Estado peruano con el objetivo de proteger a su población, todos los materiales, equipos y componentes electrónicos mencionados fueron obtenidos en tiendas virtuales. Para diseñar e identificar los materiales y hacer realidad este proyecto se realizó el diseño en softwares.

4.1.1. Requerimientos funcionales

4.1.1.1. La minioficina

Esta minioficina está dimensionada con el espacio necesario para trabajar, estudiar o descansar. Fabricado de planchas de poliestireno rígido transparente para el techo y las paredes, las columnas están hechas de aluminio. La base de la minioficina o el piso elevado está estructurada de un módulo de acero inoxidable aislado en su alrededor con fibra de vidrio incorporado foil de aluminio, posee un esqueleto de tubo de forma cuadrada galvanizado y el piso falso compuesto de triplay fenólico por ser resistente a la humedad. La minioficina está compuesta de los materiales mencionados con la función de mantener la temperatura y de evitar lo más posible la pérdida de calor por poseer características de aislantes térmicos.

4.1.1.2. Fuente de alimentación eléctrica

La función de esta etapa es alimentar con energía eléctrica todos los equipos de la minioficina a partir de la instalación de un sistema fotovoltaico capaz de alimentar 8 horas al día. Está compuesto por paneles solares, un estabilizador de voltaje, baterías de 12 VDC y un inversor de corriente de 12 VDC a 220 VAC.

4.1.1.3. Sistema de calefacción

Esta fase contiene al sistema de calefacción incorporado en el interior del piso de la minioficina (piso radiante). Que tiene la función de generar aire caliente por medio de una resistencia térmica, conectada a la corriente eléctrica de 220 VAC y a la vez que los ventiladores colocados, estratégicamente, en el módulo de calefacción fuercen el flujo de calor hacia el interior de la minioficina por medio de un radiador hecho de acero inoxidable.

4.1.1.4. Etapa electrónica y programación

Esta fase contiene el sistema de automatización en una tarjeta electrónica que posee un PIC programable que, por medio de los datos recolectados por un sensor de temperatura y un sensor de humedad relativa activará la ventilación, un extractor de aire y una alarma con sus funciones correspondientes para mantener la temperatura de confort adecuada. Como también el uso de distintos componentes electrónicos y otros equipos y materiales necesarios para su correspondiente construcción. Donde su función es controlar, automáticamente, el rango de temperatura y la humedad relativa calibrada en el interior de la minioficina.

4.1.2. Requerimientos no funcionales

- Se realizó un manual de instrucciones con la finalidad de proporcionar información para manipular el sistema de calefacción automatizada y su respectivo mantenimiento para evitar acciones peligrosas que afecten al usuario como al producto.
- El tiempo de vida de la minioficina va a depender del cuidado correspondiente del usuario, ya que sus diferentes etapas están compuestas de diferentes equipos que al superar su tiempo de vida pueden ser reemplazadas. Se

estima que el tiempo de vida promedio del sistema fotovoltaico es de 35 años y el tiempo de vida de los equipos con un buen cuidado es de 10 a 15 años.

4.2. Análisis de la solución

Con la finalidad de mejorar la eficiencia de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente, se evaluaron distintas opciones con respecto a los materiales, equipos y componentes electrónicos necesarios para el desarrollo y eficiencia de este producto. El propósito es obtener los más accesibles, buena calidad y de bajo costo. Para poder tener la eficiencia óptima del producto, evaluando el instante que la temperatura de confort promedio máximo circule por el radiador hacia la minioficina. Se optó por aplicar el diseño factorial $2^3(2x2x2)$.

4.2.1. Diseño factorial $2^3(2x2x2)$

Este diseño tiene como objetivo evaluar 8 combinaciones (tabla 5) de 3 factores, cada factor con 2 niveles. El diseño es versátil y posee la facilidad de comparar o combinar posibles soluciones, para tomar una decisión adecuada, para poder aplicar el diseño factorial 2^3 es necesario obtener los resultados de todas las combinaciones de los tres factores identificados con las réplicas necesarias para el tratamiento. Que se obtendrán en la simulación del proyecto diseñado (ver capítulo V - pruebas de la solución).

Tabla 5
Matriz de datos

				Niveles de respuestas			
Yates	A	B	C	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
[1]	-1	-1	-1				
a	1	-1	-1				
b	-1	1	-1				
ab	1	1	-1				
c	-1	-1	1				
ac	1	-1	1				
bc	-1	1	1				
abc	1	1	1				

4.3. Diseño

El desarrollo del diseño de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente se realizó por etapas en softwares especializados que se detallan a continuación:

4.3.1. Diseño de la minioficina

4.3.1.1. Estructura de la minioficina

Se realizó el diseño de la minioficina en el programa AutoCAD con las siguientes dimensiones especificadas en la vista frontal (figura 12) de 1.5 m de ancho, 2 m de largo y 2 m de altura. Las columnas de aluminio son de forma de L con un espesor de 1.5 mm, la forma de L tiene 5 cm para cada lado, la altura es de 2 m y 1.5 m para las columnas de las paredes, el techo y la base del piso.

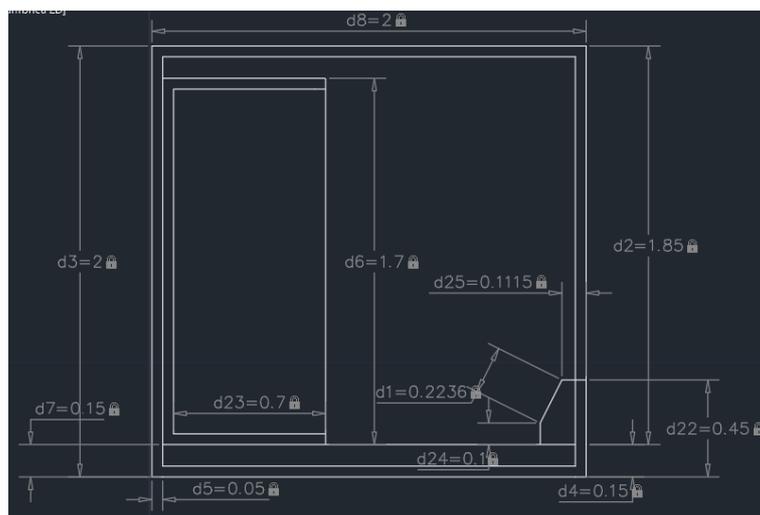


Figura 12. Vista frontal de la minioficina

En la vista lateral izquierda (figura 12) se encuentra una apertura de 15.8 cm de forma cuadrada para colocar un extractor de aire con esas dimensiones.

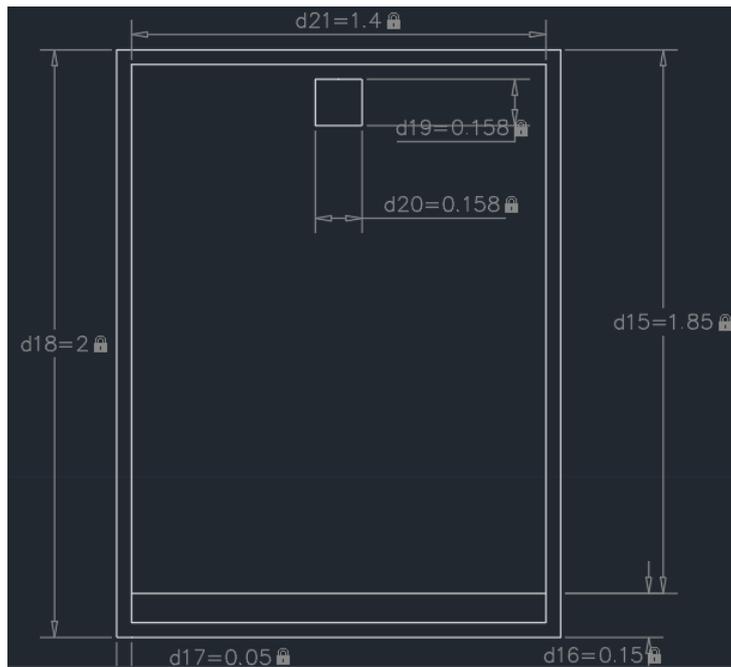


Figura 13. Vista lateral izquierda de la minioficina

En la vista lateral derecha (figura 13) se visualizan las dimensiones de la parte trasera del radiador que es 1.5 m de largo, 30 cm de altura. Como también en la vista frontal (figura 12) se detalla un ancho de 21.15 cm. La parte lateral derecha del radiador se muestra 22.36 cm de hipotenusa de la salida del aire caliente, 11.15 cm desde la pared de la minioficina y 10 cm desde el piso falso.

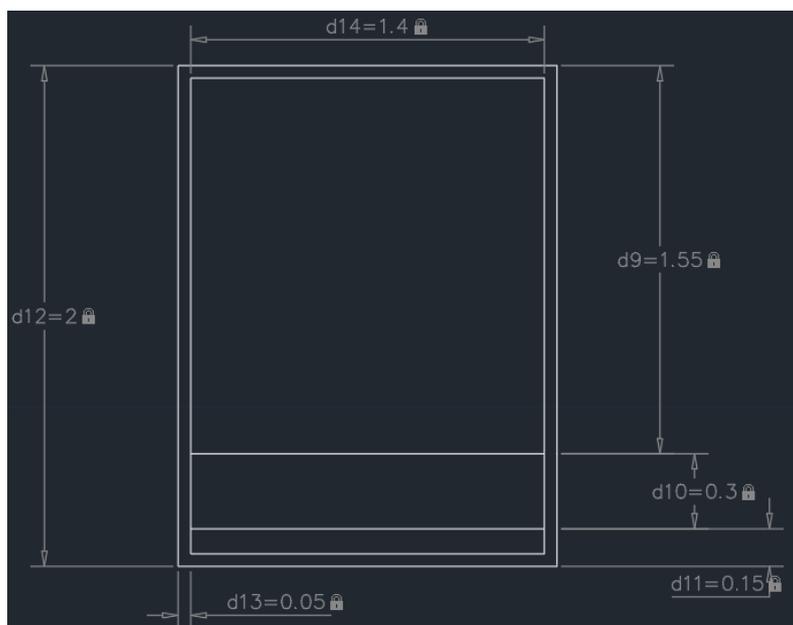


Figura 14. Vista lateral derecha de la minioficina

4.3.1.2. Piso elevado

El piso elevado posee las siguientes dimensiones distinguido por la vista frontal del piso elevado (figura 15) empezando desde la base de piso falso al piso real para colocar el sistema de calefacción de piso radiante de 15 cm de altura con 2 m de largo y 1.5 m de ancho.



Figura 15. Vista frontal del piso elevado

Se incluyeron separaciones de forma rectangular de 50 cm x 30 cm, posee una separación de forma trapezoidal para forzar la circulación del aire caliente cuyas dimensiones se observan en la vista superior del piso elevado (figura 16), además posee una compuerta de 50 cm x 50 cm para realizar el mantenimiento respectivo del sistema de calefacción ubicado en el piso falso.

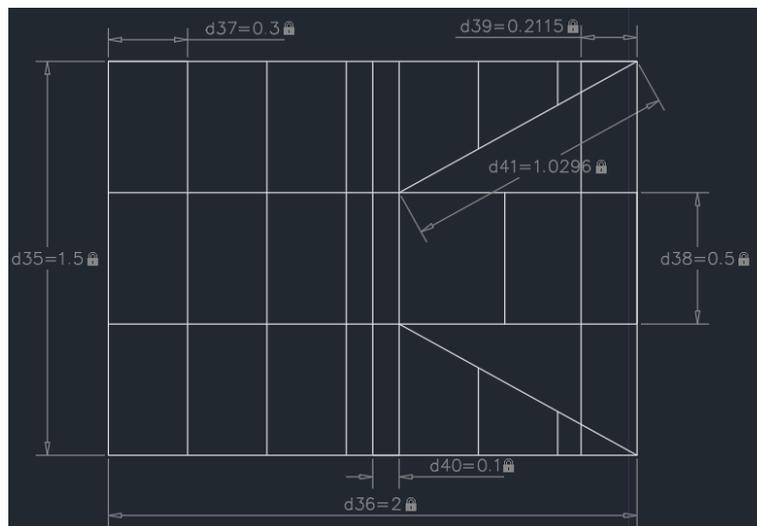


Figura 16. Vista superior del piso elevado

4.3.2. Diseño del sistema fotovoltaico

El diseño electrónico está dado por un sistema fotovoltaico que generará la corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema de calefacción

y los diferentes circuitos que requieran alimentación de corriente directa. Este sistema posee los siguientes componentes:

- Paneles solares
- Regulador de carga
- Baterías
- Inversor de potencia

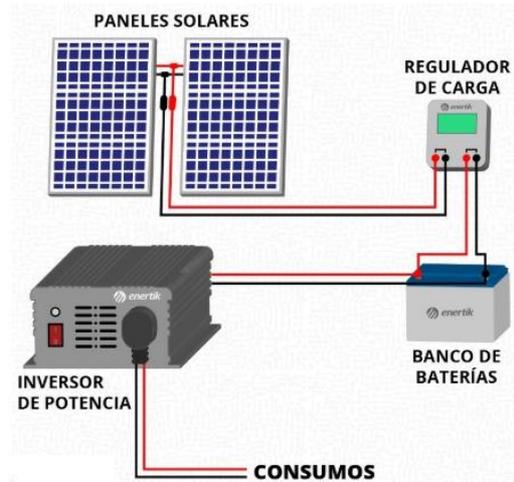


Figura 17. Diagrama de conexión fotovoltaica

En un primer instante se recopilaron datos importantes para el diseño, que son los siguientes factores:

- Especialistas de la empresa Click Renovables recomiendan usar el producto cuando no hay radiación solar y 3 a 4 horas diarias de autonomía (24 horas = 1 día) en la que se presenten horas desfavorables con nubosidad.
- Las radiaciones solares en la región Junín tiene un valor de 5.2 kW-h/m².
- El tiempo para realizar las actividades en la minioficina es de 8 horas diarias.
- El uso de una laptop es de 1 hora de carga con 3 a 5 horas de duración sin carga.
- Para obtener las características de los componentes del sistema fotovoltaico se realizó el siguiente procedimiento.
- El consumo total del sistema, el consumo de la resistencia térmica es de 117 W, del ventilador de pared 40 W, de los 2 ventiladores cooler es de 4.8 W, del extractor de aire es de 13 W, del foco LED *Downlights* circular empotrado es de 6 W, la carga de una laptop es de 200 W y del circuito junto con sus respectivos componentes electrónicos y otros es de 2 W, teniendo un

Donde el número de módulo será 1, la energía necesaria de 2483.2 W-h/día, el HSP que es la radiación del sol en la sierra está definida de 5.2 kW-h/m², el rendimiento de trabajo que también está definido es de 0.7 por deterioro del sistema y siendo la potencia pico en W el resultado a obtener.

$$1=2483.2 / (5.2*0.7*potencia\ del\ panel)$$

Realizando despeje y operaciones matemáticas se tiene como potencia del panel solar un valor de 682.2 W. que no existe en el mercado, por esta razón se optó por un panel solar de 800 W o 2 paneles solares de 400 W. El amperaje se halla dividiendo la potencia de 800 W entre el voltaje de 12V y da como resultado 66.67 A.

- A continuación, se calcula la capacidad de la batería donde se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de la batería} = (\text{energía necesaria} * \text{días de autonomía}) / (\text{Voltaje} * \text{profundidad de descarga de la batería})$$

Donde la energía necesaria es 2483.2 W-h/día, días de autonomía donde puede estar la zona nublada o con lluvia es 1 (24 horas), el voltaje de la batería 12 V, la profundidad de descarga que ya está definida es de 0.6 o 60% y siendo la capacidad de batería en Ah el resultado a obtener.

$$\text{Capacidad batería} = (2483.2 * 1) / (12*0.6)$$

Realizando operaciones matemáticas da como resultado un valor de 344.89 Ah. El que tampoco existe en el mercado, se optó por 2 baterías de 200 Ah para un total de 400 Ah. El tiempo de carga de la batería se halla dividiendo su capacidad de 400 Ah entre la capacidad del cargador de 56.85 A, que da un resultado de 7.036, aproximadamente, 7 horas.

Para calcular el tiempo de descarga de la batería al 100%, se halla la potencia de la batería multiplicando el voltaje de 12 voltios por su valor de 400

Ah, que da un resultado de 4800 W-h. Continuando se realiza un aspa simple sabiendo que el producto consume en 8 horas 1862.4 W-h, se realiza la siguiente operación:

$$\text{El tiempo de consumo} = (8 \times 4800) / 1862.4$$

Donde el resultado es 20.62 h, aproximadamente, 21 horas de consumo del 100% de la batería.

- Continuando con el cálculo del convertidor de corriente DC a AC. Multiplicando el consumo de energía por día 1862.4 W-h/día por el coeficiente simultáneo de uso de todos los componentes que está definido que es de 0.7, donde, al realizar la operación da un valor de 1303.68 W, igualmente por no existir en el mercado, por lo tanto, se optó por uno de 1400 W.
- Con respecto al regulador de carga con apoyo de un especialista en sistemas fotovoltaicos se concluyó utilizar uno de 70 A por ser una corriente superior a los paneles solares y estar disponible en el mercado.

4.3.3. Diseño de la etapa de control (programación)

Para poder controlar la etapa electrónica y los actuadores, se desarrolló un programa para el microcontrolador PIC con el programa mikroC que utiliza el lenguaje de programación en C, siendo este el procesador de la etapa electrónica (anexo 2). La función principal del programa es procesar los valores adquiridos por los sensores de humedad y temperatura junto con los valores dispuestos por el usuario con la finalidad de visualizar y activar los actuadores designados, que son los ventiladores, la calefacción, el extractor de aire y la alarma; todo en el valor promedio de los rangos de la temperatura y el porcentaje de humedad máximos y mínimos, como también la hora programada para la activación de la alarma. Se tiene como pasos la asignación de la pantalla LCD, asignación de controles, asignación de salidas, asignación de variables, asignación de constantes, asignación de interrupciones, datos de memoria EEPROM, inicio (rutina principal, rutinas secundarias), configuraciones (configuración de temperatura, configuración de humedad, configuración de hora, configuración de alarma), subrutinas, zona de interrupciones.

4.3.4. Diseño de la etapa electrónica

Este diseño se realizó en el software Proteus ISIS, con el propósito de diseñar el circuito electrónico del control de temperatura-humedad (circuito más amplio anexo 1). El diseño posee los siguientes dispositivos electrónicos principales:

- Pulsadores
- Sensor de temperatura Im 35
- sensor humedad relativa DHT11 NTC
- Módulo relé de 4 canales
- Potenciómetro (sensor de humedad relativa)
- Pantalla LCD 16x2
- Microcontrolador PIC16f877a
- Regulador de voltaje 7805 (35 V a 5 V)
- Resistencias, condensadores
- Resistencia térmica
- Diodo leds y otros

Además, se consideró una salida para poder configurar una alarma o despertador como complemento de una de las funciones de la minioficina, todo esto sin perder el objetivo de tener un ambiente con una temperatura de confort adecuada (figura 18).

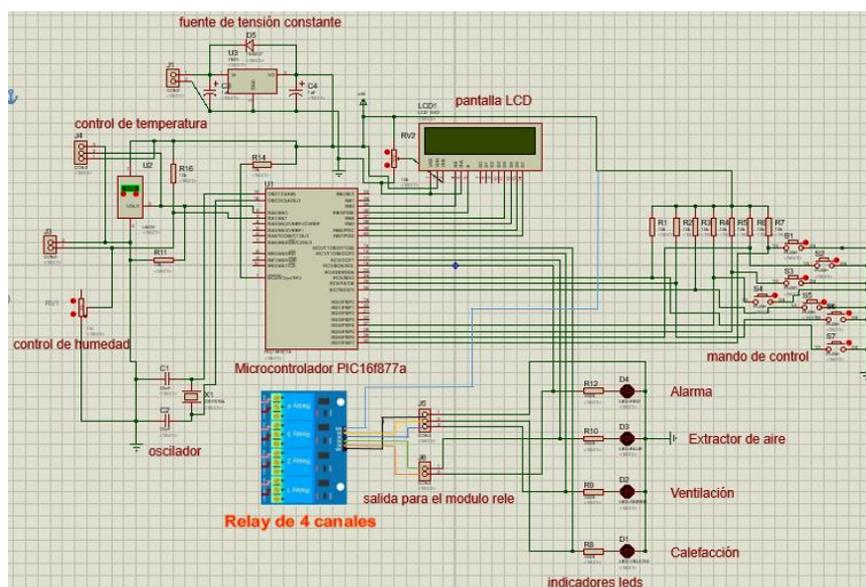


Figura 18. Diseño electrónico en Proteus

4.3.5. Diseño del sistema de calefacción

Para el diseño del sistema de calefacción se utilizó una resistencia térmica calculando su potencia necesaria, teniendo en cuenta el espacio donde generará su máxima capacidad calorífica para ser forzada a circular por toda la minioficina que es 6 m^3 a partir del piso real hasta el techo. Para este cálculo se utilizó un software en línea proporcionada por la empresa TOPE que posee los valores o datos necesarios para obtener un cálculo real y factible, que permite ingresar los siguientes datos; material a calentar el aire, volumen a calentar 6 m^3 , temperatura de inicio $-3 \text{ }^\circ\text{C}$, temperatura final $21 \text{ }^\circ\text{C}$ y el tiempo sugerido de 30 minutos para llegar a dicha temperatura y proporcionar así la potencia necesaria para calentar el espacio especificado, donde el resultado es utilizar una resistencia térmica de 0.117 kW/h o 117 W por cada hora.

Cálculo de resistencias calefactoras

Calcula la potencia necesaria para calentar un volumen, sólido, líquido o gas en un tiempo determinado

The image shows a web-based calculator interface. At the top, it says 'Cálculo de resistencias calefactoras' and 'Calcula la potencia necesaria para calentar un volumen, sólido, líquido o gas en un tiempo determinado'. Below this are several input fields: 'Material' is a dropdown menu set to 'Aire'; 'Volumen a calentar' is a text input with '6' and a unit dropdown set to 'm3'; 'Temperatura inicial' is a text input with '-3' and a unit dropdown set to '°C'; 'Temperatura final' is a text input with '21' and a unit dropdown set to '°C'; 'Tiempo' is a text input with '30' and a unit dropdown set to 'min'. A blue 'Calcular' button is positioned below the inputs. Below the button, the result is displayed: 'Potencia necesaria: 0,117 kW/h' in large red text, followed by 'Para calentar 6 m³ de Aire' in smaller black text. At the bottom, there is a small red note: 'Factor de seguridad estimado del 20% para compensar las pérdidas superficiales o posibles variaciones en el sistema'.

Figura 19. Cálculo de resistencia térmica TOPE. Tomada de la empresa TOPE

En el diseño del sistema de calefacción se utilizó el programa Proteus en el que se encuentra el componente OVEN que es un sistema de calefacción u horno con características técnicas que pueden variar según las características técnicas de la resistencia térmica real.

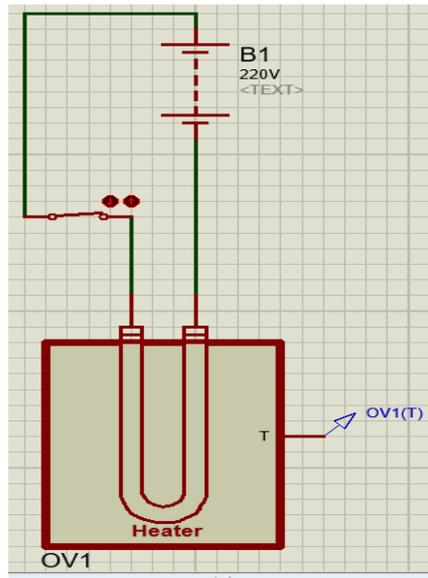


Figura 20. Diseño del sistema de calefacción

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN

5.1. Prototipo virtual

A raíz de restricciones financieras, técnicas y la emergencia sanitaria para evitar contagios del COVID 19 en el Perú, se realizaron modelos virtuales 3D con apoyo de softwares especializados para mostrar cómo se vería el producto en una construcción en físico de las diferentes etapas mostradas a continuación:

5.1.1. Construcción virtual de la minioficina

5.1.1.1. Piso elevado

Se preparó el esqueleto metálico (figura 21) según las dimensiones proporcionadas, que está hecho de tubo galvanizado de forma cuadrada de 2.5 cm por cada lado; con la finalidad que soporte el peso de 247 kg obtenido como dato en la encuesta.

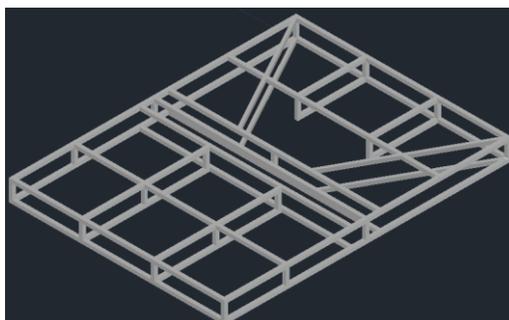


Figura 21. Esqueleto metálico

Se atornilló la estructura del esqueleto con láminas de acero inoxidable toda la parte exterior y algunas partes primordiales de la parte interior (figura 22). El radiador está hecho del mismo material con las dimensiones ya determinadas.

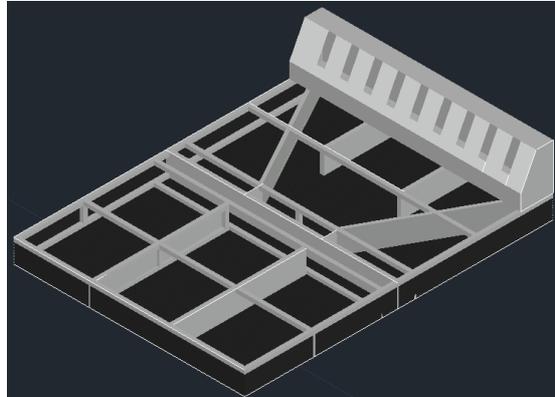


Figura 22. Estructura del esqueleto

El piso elevado contiene capas necesarias para aislar el calor generado para ser circulado por el radiador, donde la primera capa es el módulo de acero inoxidable, luego cubierto en fibra de vidrio con foil de aluminio y finalmente como piso falso el triplay fenólico (figura 23).



Figura 23. Capas de materiales

El piso elevado posee una compuerta para acceder al exterior del piso elevado hacia su interior con la finalidad de realizar el mantenimiento necesario de la resistencia eléctrica y los ventiladores (figura 24).

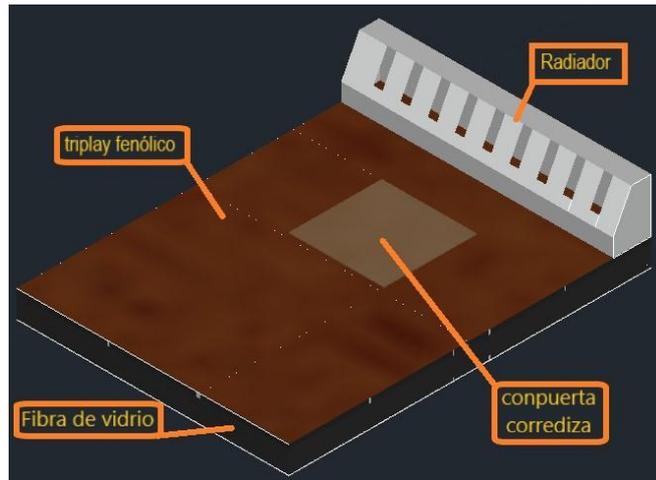


Figura 24. Compuerta corrediza

5.1.1.2. Estructura de la minioficina

Se armó la estructura de la minioficina (figura 25) con la plancha de Poliestireno rígido transparente con sus columnas en forma de "L" correspondientes, se armó la puerta corrediza junto con el espacio correspondiente para ubicar el extractor de aire con las dimensiones especificadas anteriormente.

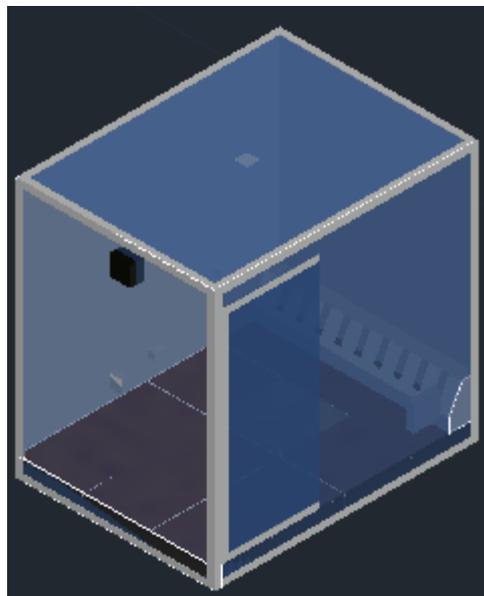


Figura 25. Estructura de la minioficina

5.1.1.3. Implementación de la minioficina

Se implementaron los diferentes equipos en la minioficina y en el interior del piso elevado (figura 26), se colocaron en posiciones recomendadas por estar empotrados, ya sea en la pared o el techo y en interior de piso, excepto el

extractor de aire que fueron dimensionados. El foco led está ubicado en el centro del techo, el control de temperatura y humedad está ubicado en el centro de la pared en el lateral izquierdo como la entrada de corriente a una esquina de la parte superior del piso elevado, el ventilador de la minioficina está ubicado en la pared frontal a 30 cm de la pared del lateral derecho y a 10 cm del piso falso elevado, los sensores están ubicados en la pared trasera a 50 cm de la pared del lateral derecho y a 50 cm del piso falso elevado, el tomacorriente está posicionado en el centro de la pared trasera de la minioficina y a 10 cm del piso falso elevado. Los ventiladores están ubicados a una separación de 5 cm en el centro del piso elevado hacia la parte derecha, la resistencia eléctrica está ubicada a 10 cm hacia la parte derecha de la ubicación de los ventiladores.

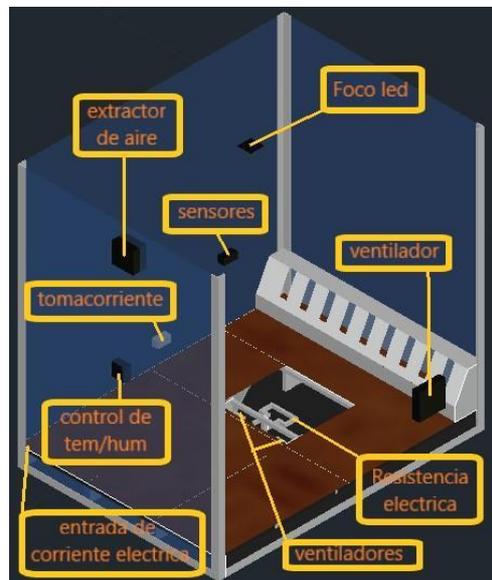


Figura 26. Implementación de equipos

Se simularon unos muebles, un oficinista con una estatura de 1.64 m trabajando con su laptop con la finalidad de visualizar la minioficina equipada lista para su uso (figura 27).



Figura 27. Minioficina equipada

5.1.2. Construcción virtual del sistema fotovoltaico

El sistema fotovoltaico está ubicado en el techo o en el interior del domicilio. Los paneles solares están posicionados a la dirección de donde sale el sol en las mañanas y seguidamente donde se oculta el sol por las tardes, están ubicados en el mismo techo o con apoyo de un soporte a 21 grados para el invierno y a un grado para el verano, que resulta la suma o la resta de 10 grados con respecto a la latitud de 11 grados de Junín (figura 28).



Figura 28. Ubicación de paneles fotovoltaicos

Se recomienda que el regulador de carga, el inversor de potencia y las baterías estén ubicados y dimensionados dentro de un módulo ubicado en el techo u otro espacio libre dentro de la vivienda (figura 29).



Figura 29. Módulo metálico

5.1.2.1. Conexiones

Para realizar las conexiones del sistema fotovoltaico se recomienda utilizar los manuales de uso de los diferentes equipos con la finalidad de evitar posibles problemas que puedan dañar dichos equipos o malas conexiones. Tener en cuenta las polaridades de conexión en donde el cableado rojo es el positivo y el cableado azul es el negativo (figura 30).

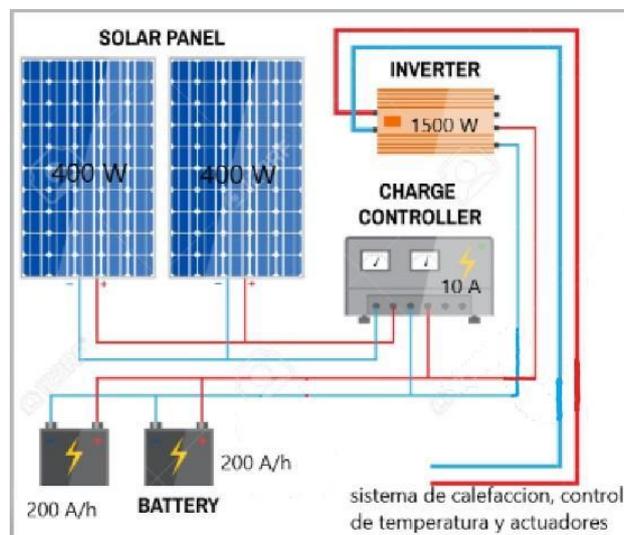


Figura 30. Conexión del sistema fotovoltaico

5.1.3. Construcción virtual de la etapa electrónica

Se modela la etapa electrónica del control de temperatura y humedad relativa, mostrando el circuito interno ensamblado con sus respectivos componentes electrónicos (figura 31).

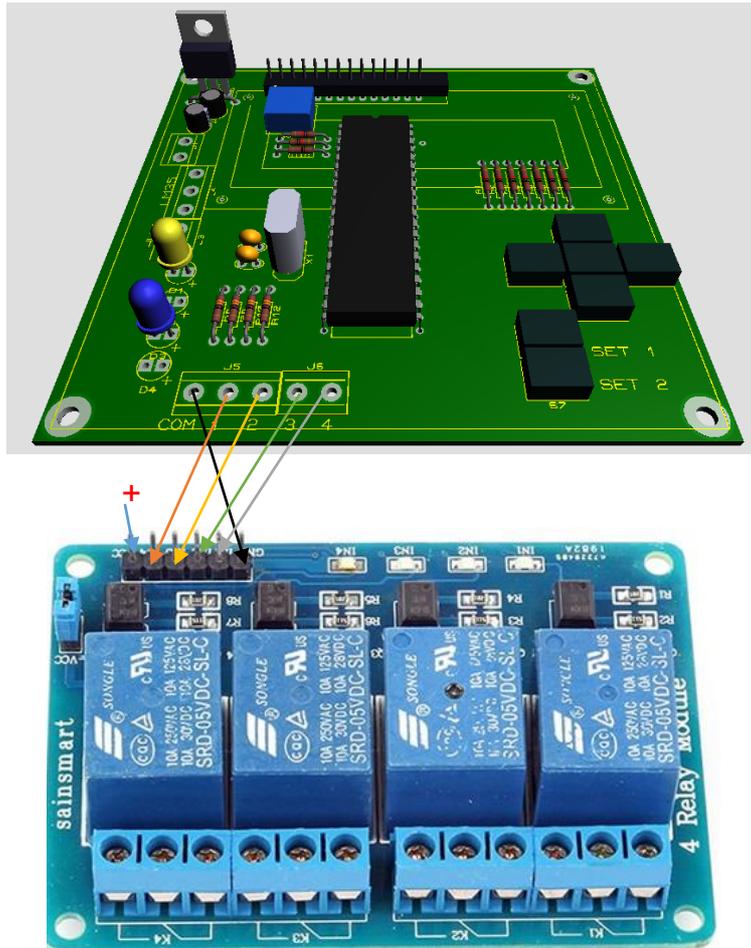


Figura 31. Visualización 3D de la etapa electrónica

5.2. Pruebas de la solución

Las pruebas se realizaron en el software especializado Proteus ISIS y el software *IBM SPSS Statistics*, con el siguiente circuito de la etapa electrónica (figura 32).

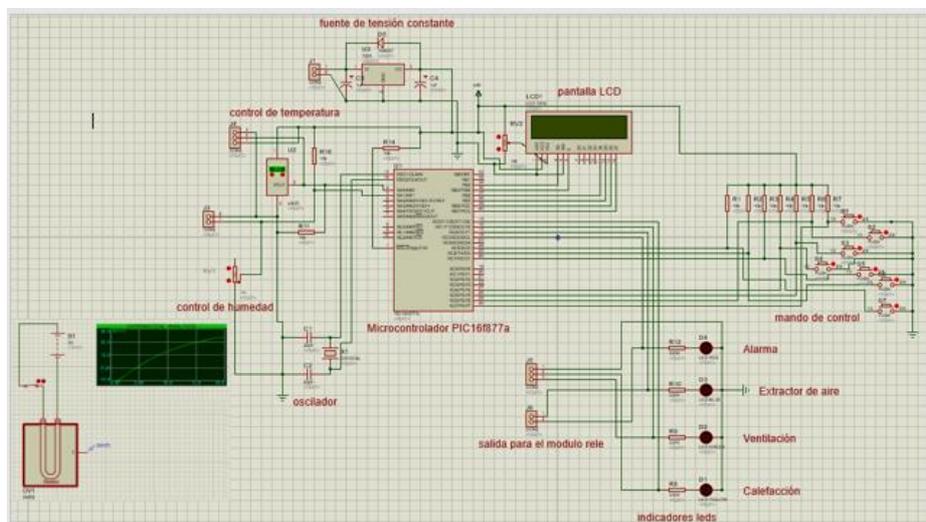


Figura 32. Circuito de prueba de la etapa electrónica

5.2.1. Pruebas funcionales

Se realizaron una serie de simulaciones con el objetivo de comprobar el funcionamiento del sistema de calefacción automatizada por aire caliente, como también la activación de los equipos asignados. A continuación, se realizaron las siguientes pruebas:

Temperatura de confort

a) Se configuró el circuito con una temperatura mínima de 16 °C y una temperatura máxima de 20 °C, siendo estos valores el rango de temperatura de confort. Se movilizó la temperatura a menos de 16 grados con ayuda del sensor LM 35, donde se puede observar que se enciende un diodo led color amarillo que significa que la calefacción se encendió (figura 33).

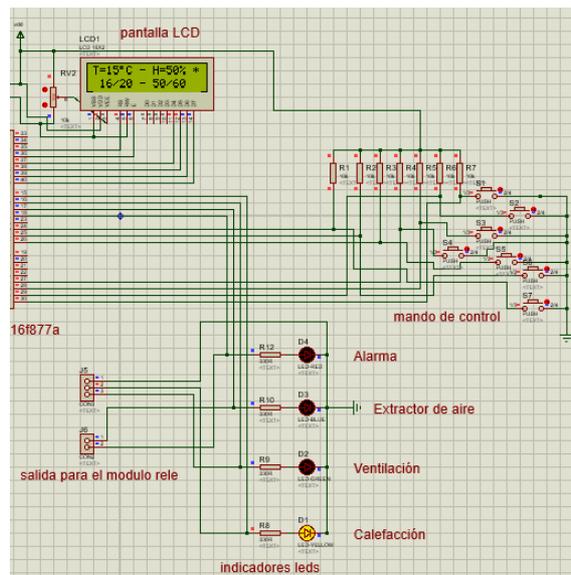


Figura 33. Simulación con temperatura real baja

b) Con el mismo rango de temperatura de confort se movilizó la temperatura a un valor dentro del intervalo de la temperatura de confort. En donde se mantendrá encendido el sistema de calefacción hasta que se llegue a la temperatura media de 18 °C y se apagará, que significa que la temperatura es ideal (figura 34).

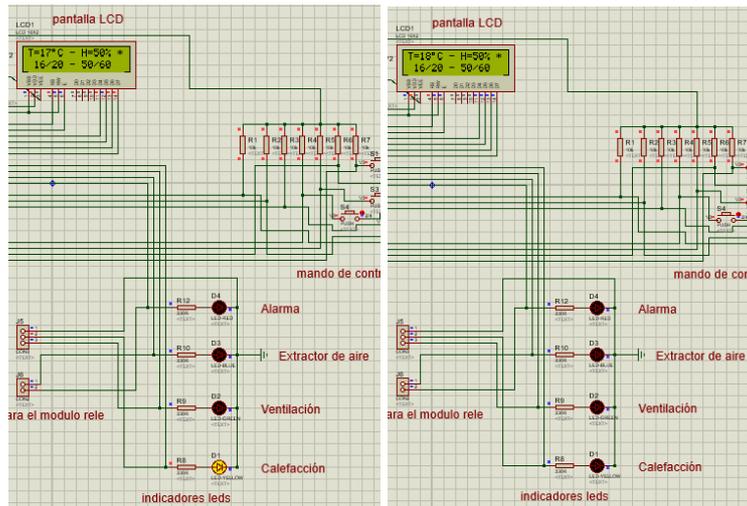


Figura 34. Simulación con temperatura en el intervalo

c) Continuando, se movilizó la temperatura a un valor superior al intervalo de temperatura de confort. Se puede visualizar que se enciende un led de color verde que significa que se encendió la ventilación hasta alcanzar el rango medio de 18°C , lo que significa que está en una temperatura adecuada (figura 35).

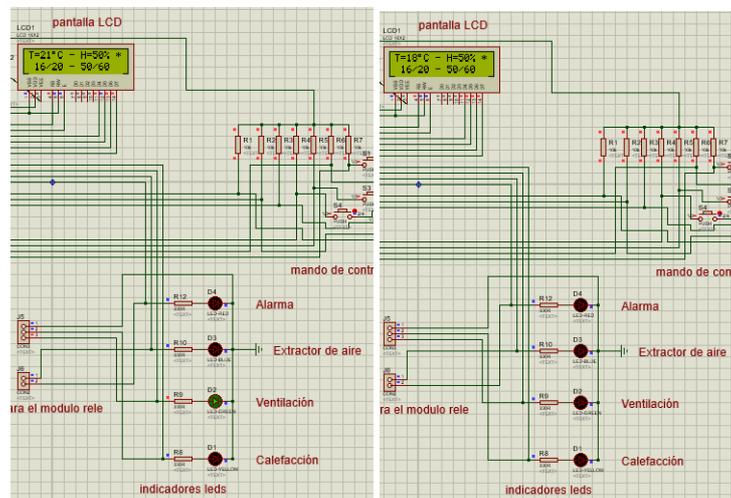


Figura 35. Simulación con temperatura alta

Humedad relativa

a) Se configuró un rango de 50% a 60% de humedad relativa que es un valor apto en un ambiente cerrado. Se puede visualizar que se enciende un led de color azul que significa que se enciende el extractor de aire, si la humedad relativa (%) se encuentra fuera del rango establecido (figura 36).

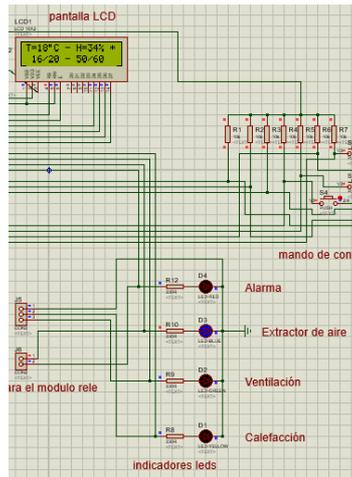


Figura 36. Humedad relativa fuera del intervalo

- b) El extractor de aire se apagará cuando el porcentaje de humedad relativa se encuentre en el valor promedio del intervalo establecido, en este caso 55% si el valor fuera del rango es menor y, 56% si el valor fuera del rango es mayor (figura 37).

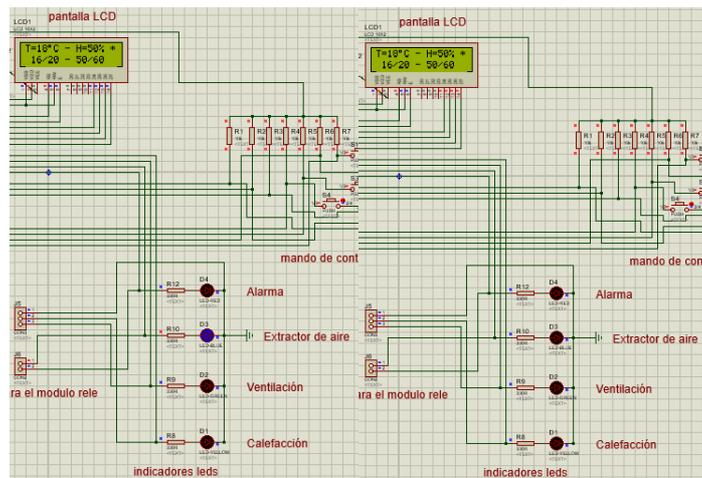


Figura 37. Humedad relativa dentro del intervalo

Alarma

- a) Se configuró el reloj a la hora peruana, el temporizador a una hora de 11:30 a. m. y el tiempo de activación por dos minutos (figura 39).

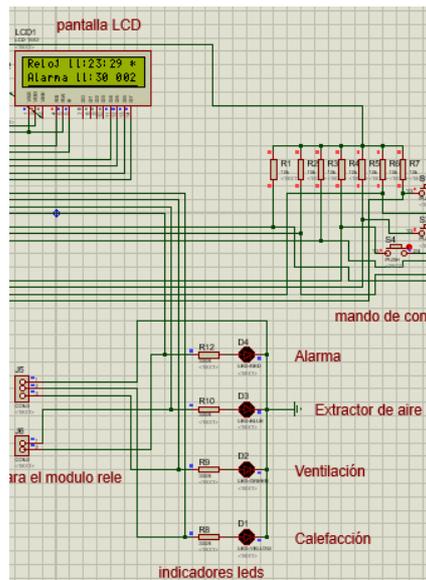


Figura 38. Configuración de la alarma

b) Se puede observar que se enciende un led de color rojo que significa que se enciende la alarma u otro actuador. Solo se apagará si supera el tiempo de activación (figura 39).

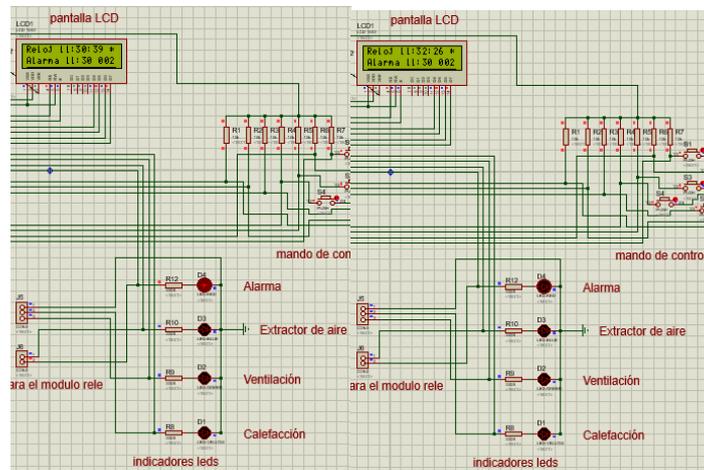


Figura 39. Activación de la alarma

5.2.2. Prueba estadística del diseño de la solución

Se sometió el diseño del producto a un análisis estadístico, con el diseño factorial 2^3 ($2 \times 2 \times 2$) para encontrar el mejor resultado a través de una variedad de opciones para la eficiencia del producto.

Se escogieron tres factores primordiales que afecta directamente el sistema de calefacción al momento de evaluar el instante que la temperatura de confort promedio máximo circule por el radiador hacia la minioficina. Que son la

caída de tensión a partir de las conexiones del sistema fotovoltaico, el sensor de temperatura y la resistencia térmica (tabla 7).

Tabla 7
Factores y variables

Letra	Factor	Bajo (-1)	Alto (+1)
A	Resistencia térmica	Tipo tubular liso	Tipo tubular aleteadas
B	Sensor de temperatura	Sensor LM35	Sensor DHT11
C	Conexiones del sistema fotovoltaico	Conexión con dos paneles solares de 400 W policristalinos	Conexión con un panel de 800 W monocristalino ERA

A continuación, se identificaron los datos de configuración para la simulación por características técnicas del componente y cálculos matemáticos:

Resistencia térmica

- **Tipo tubular lisa:**

- Temperatura ambiente: $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Resistencia térmica al ambiente: $0.7\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{W}$
- Constante de tiempo del horno: 10 segundos (para evitar una simulación muy larga)
- Constante de tiempo del calentador: 1 segundo (para evitar una simulación muy larga)
- Coeficiente de temperatura: $1\text{ V} / ^{\circ}\text{C}$
- Potencia calorífica: 117 W

- **Tipo tubular aleteada:**

- Temperatura ambiente: $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Resistencia térmica al ambiente: $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{W}$
- Constante de tiempo del horno: 10 segundos (para evitar una simulación muy larga)
- Constante de tiempo del calentador: 1 segundo (para evitar una simulación muy larga)
- Coeficiente de temperatura: $1\text{ V} / ^{\circ}\text{C}$
- Potencia calorífica: 117 W

Sensor de temperatura

- **Sensor LM35:**

- Temperatura actual: -3 °C
- Temperatura escalonada: 1 °C
- Constante de tiempo: 0.1 segundo
- Pendiente: 10mV / °C
- Precisión en el rango de -10 °C hasta +85 °C: ±0.5 °C

- **Sensor DHT11:**

- Temperatura actual: -3 °C
- Temperatura escalonada: 1 °C
- Constante de tiempo: 0.1 segundo
- Precisión de medición de temperatura: ±2.0 °C
- Tiempo de sensado: 1 segundo

Conexiones del sistema fotovoltaico:

- La caída de tensión con dos paneles solares de 400 W policristalinos: se halla la caída de tensión en AC con la siguiente fórmula a partir del panel solar hasta el inversor.

$$S = (2 \cdot L \cdot I) / (\kappa \cdot \Delta V) \text{ [mm}^2\text{]}$$

Donde: L = longitud del cable, I = intensidad (A), κ = conductividad (m/Ω mm²), ΔV = caída de tensión

Se realizan los cálculos correspondientes (ver tabla 8).

Tabla 8
Caída de tensión 2 paneles 400 W

Paneles - Regulador			
Longitud	6 m		
Material	cobre	56 m / 35 mm ²	
Intensidad	56.85 A		
% caída tensión	4 %		0.48 V
Tensión	12		
Sección	35 mm²		

Regulador - Baterías			
Longitud	1 m		
Material	cobre	56 m / 25 mm ²	
Intensidad	56.85 A		
% caída tensión	1 %		0.12 V
Tensión	12		
Sección	25 mm²		

Baterías - Inversor			
Longitud	2 m		
Material	cobre	56 m / 25 mm ²	
Intensidad	38.08 A		
% caída tensión	1 %		0.12 V
Tensión	12		
Sección	25 mm²		

La caída de tensión total desde los paneles hasta el inversor es de 0.72 V. que es aproximadamente equivalente a las pérdidas del inversor, dando $220 \text{ V} - 0.72 = 219.28 \text{ V AC}$.

- La caída de tensión con un panel de 800 W monocristalino ERA se halla con la misma fórmula, teniendo los siguientes resultados ver (tabla 9).

Tabla 9
Caída de tensión 1 panel 800 W

Paneles - Regulador			
Longitud	4 m		
Material	cobre	56 m / 0 mm ²	
Intensidad	56.85 A		
% caída tensión	3 %		0.36 V
Tensión	12		
Sección	25 mm²		

Regulador - Baterías			
Longitud	1 m		
Material	cobre	56 m / 0 mm ²	
Intensidad	56.85 A		
% caída tensión	1 %		0.12 V
Tensión	12		
Sección	25 mm²		

Baterías - Inversor			
Longitud	2 m		
Material	cobre	56 m / 0 mm ²	
Intensidad	38.08 A		
% caída tensión	1 %		0.12 V
Tensión	12		
Sección	25 mm²		

La caída de tensión total desde los paneles hasta el inversor es de 0.6 V. que es aproximadamente equivalente a las pérdidas del inversor, dando $220\text{ V} - 0.6 = 219.4\text{ V AC}$.

Se configuraron los elementos con los datos obtenidos anteriormente en el siguiente circuito en el software ISIS Proteus, además se utilizaron los siguientes puntos para hacer la simulación corta, un poco más fácil y por tener limitaciones el software (figura 40).

- Se utilizó el generador de corriente eléctrica en DC.
- En el valor de la batería se utilizó un escalón de 1 a 2 o una escala de 1/100, es decir, el valor en introducir en la caída de tensión en el generador de corriente en DC es 2.1928 V y 2.194 V.

Tabla 10
Tratamiento de los datos obtenidos

TRATAMIENTO DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS OBTENIDOS												
				Tiempo (seg)				Conversión (Seg a Min)	Tiempo (Min)			
Yates	A	B	C	Replica 1 (R1)	Replica 2 (R2)	Replica 3 (R3)	Replica 4 (R4)		Replica 1 (R1)	Replica 2 (R2)	Replica 3 (R3)	Replica 4 (R4)
[1]	-1	-1	-1	15.92	16.32	15.94	16.2	Escala: 1/2	7.96	8.16	7.97	8.1
a	1	-1	-1	17.5	17.66	17.52	17.76		8.75	8.83	8.76	8.88
b	-1	1	-1	19.14	19.46	19.42	18.94		9.57	9.73	9.71	9.47
ab	1	1	-1	18.22	18.26	18.44	18.58		R (n)/2	9.11	9.13	9.22	9.29
c	-1	-1	1	16.06	16.52	15.98	16.34	2	8.03	8.26	7.99	8.17
ac	1	-1	1	16.78	16.66	17	16.82		8.39	8.33	8.5	8.41
bc	-1	1	1	20.8	21.16	21.06	21.2		10.4	10.58	10.53	10.6
abc	1	1	1	18.06	18.26	18.32	17.92		9.03	9.13	9.16	8.96

Los resultados obtenidos del tratamiento pasaron a la matriz de datos, que está compuesta por tres factores y cuatro réplicas (tabla 11).

Tabla 11
Matriz de datos de diseño

				Niveles de respuestas tiempo de adquisición de temperatura de confort (minutos)			
Yates	A	B	C	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
[1]	-1	-1	-1	7.96	8.16	7.97	8.1
A	1	-1	-1	8.75	8.83	8.76	8.88
B	-1	1	-1	9.57	9.73	9.71	9.47
ab	1	1	-1	9.11	9.13	9.22	9.29
C	-1	-1	1	8.03	8.26	7.99	8.17
ac	1	-1	1	8.39	8.33	8.5	8.41
bc	-1	1	1	10.4	10.58	10.53	10.6
abc	1	1	1	9.03	9.13	9.16	8.96

En el análisis de varianza (tabla 12), se visualiza el valor p que indica el error calculado con respecto al nivel de significancia = 0.05, se observa que todos los valores de p son menores o están por debajo de la significancia que detalla que todos los factores son significativos.

Tabla 12
Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	19.3421	2.7632	304.37	0.000
Lineal	3	13.1184	4.3728	481.68	0.000
A	1	0.3507	0.3507	38.63	0.000
B	1	12.6630	12.6630	1394.89	0.000
C	1	0.1047	0.1047	11.53	0.002
Interacciones de 2 términos	3	6.0655	2.0218	222.71	0.000
A*B	1	4.3292	4.3292	476.88	0.000
A*C	1	1.1063	1.1063	121.87	0.000
B*C	1	0.6300	0.6300	69.40	0.000
Interacciones de 3 términos	1	0.1582	0.1582	17.43	0.000
A*B*C	1	0.1582	0.1582	17.43	0.000
Error	24	0.2179	0.0091		
Total	31	19.5599			

En el resumen del modelo (tabla 13), se puede denotar lo siguiente:

S: representa la división estándar de la varianza que está a 0.09.

R-cuad: coeficiente de determinación de 98.89% muestra la calidad del modelo que es alta ya que está cerca al 100%.

R-cuad. (ajustado): relacionada a la cantidad de factores y tamaño de muestra de 98.56% que también es alta ya que se acerca al 100%.

R-cuad. (pred): porcentaje de predicción posee, en este caso 98.02%.

Tabla 13
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0952792	98.89%	98.56%	98.02%

En la figura 42 se observa el diagrama de Pareto donde se muestra el margen de error de 2.06 con respecto al $\alpha=0.05$, indica el factor más significativo en el diagrama de Pareto, en este caso todos los factores sobrepasan el margen de error que significa que todos son significativos.

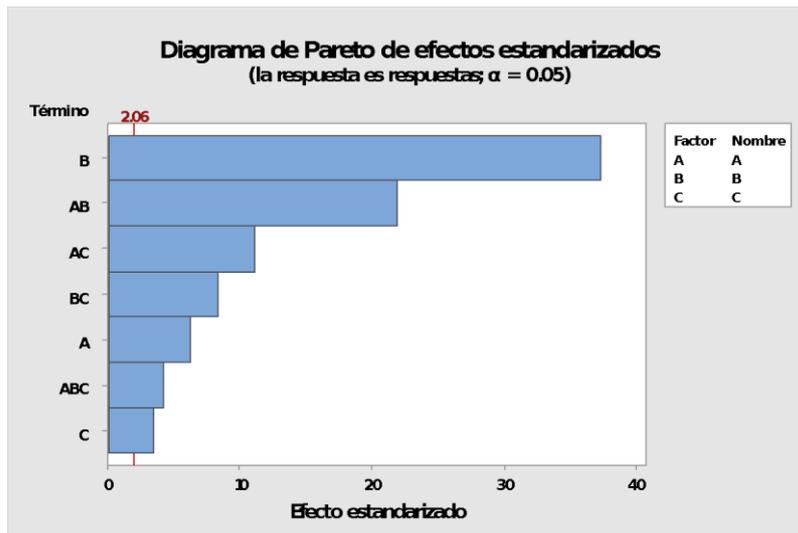


Figura 42. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados

En la figura 43 se muestran los residuos para respuestas, en la gráfica de probabilidad normal no presenta datos atípicos como también en los tres restantes.

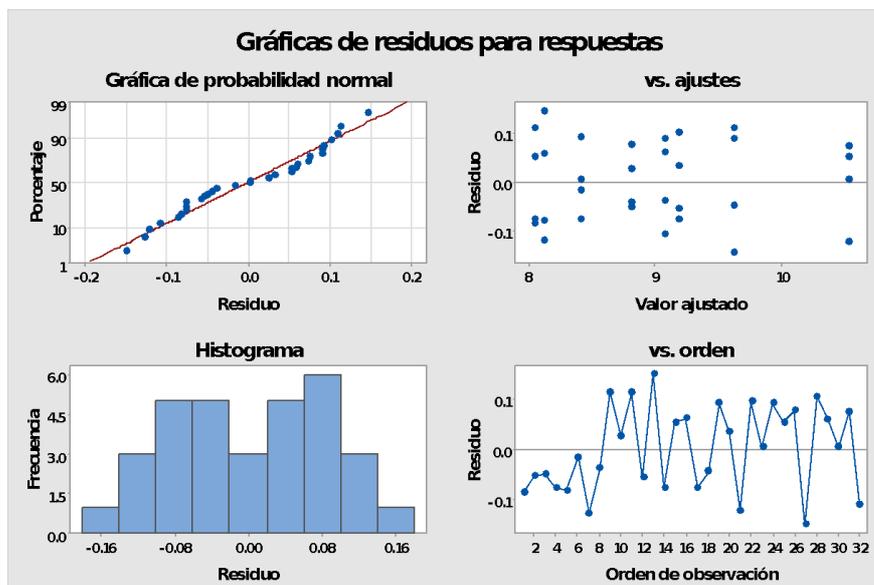


Figura 43. Residuos para respuestas

En la figura 44 se ve lo normal de efectos estandarizados y se detallan los puntos rojos que representan todos los factores que son significativos y que afectan a la respuesta.

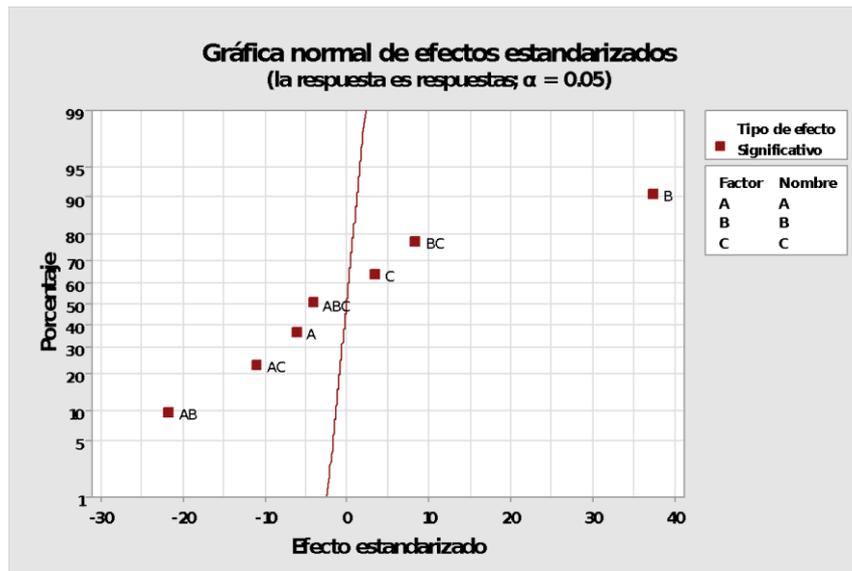


Figura 44. Normal de efectos estandarizados

Los coeficientes codificados (tabla 14), aquí se resaltan los coeficientes para obtener la ecuación para los resultados.

Tabla 14
Coeficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante		8.9722	0.0168	532.69	0.000	
A	-0.2094	-0.1047	0.0168	-6.22	0.000	1.00
B	1.2581	0.6291	0.0168	37.35	0.000	1.00
C	0.1144	0.0572	0.0168	3.40	0.002	1.00
A*B	-0.7356	-0.3678	0.0168	-21.84	0.000	1.00
A*C	-0.3719	-0.1859	0.0168	-11.04	0.000	1.00
B*C	0.2806	0.1403	0.0168	8.33	0.000	1.00
A*B*C	-0.1406	-0.0703	0.0168	-4.17	0.000	1.00

A partir de la tabla anterior se genera la siguiente ecuación de la obtención de la minimización del tiempo de generación de la temperatura de confort.

$$\text{Respuestas} = 8.9722 - 0.1047 A + 0.6291 B + 0.0572 C - 0.3678 A*B - 0.1859 A*C + 0.1403 B*C - 0.0703 A*B*C$$

En la figura 45 se muestran los cubos de respuestas, se observa que cuando A, B y C están en nivel bajo se da el mínimo resultado. Pero cuando A este nivel alto, B y C están en nivel bajo se da el mayor resultado.

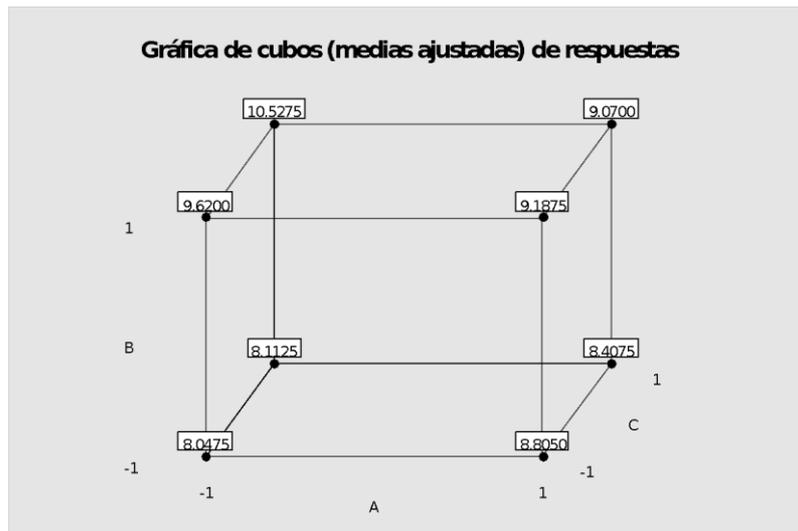


Figura 45. Cubos de respuestas

En la figura 46 se muestran los efectos principales para respuestas, aquí se observa que el factor A pasa de nivel alto a bajo disminuye el tiempo en que se obtiene la temperatura de confort y en B, C pasa de nivel bajo a alto, aumentando el tiempo en el que se obtiene la temperatura de confort.

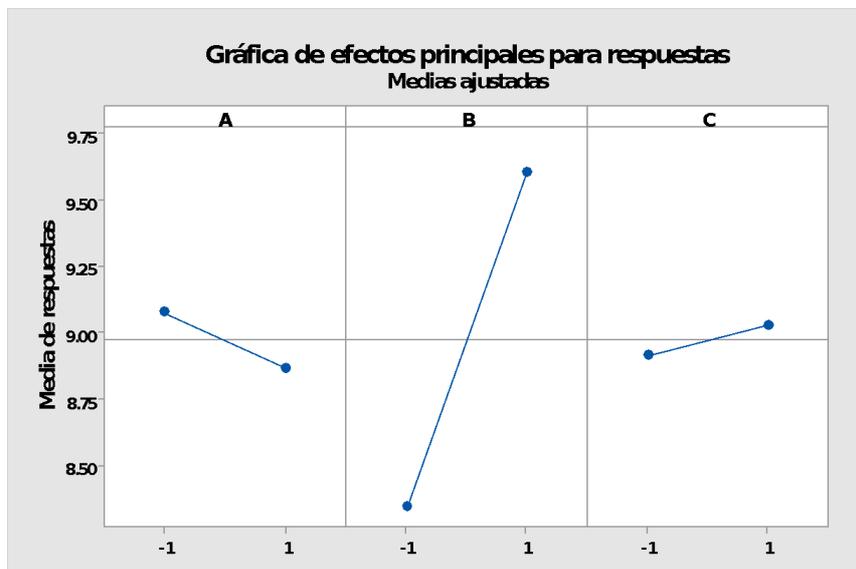
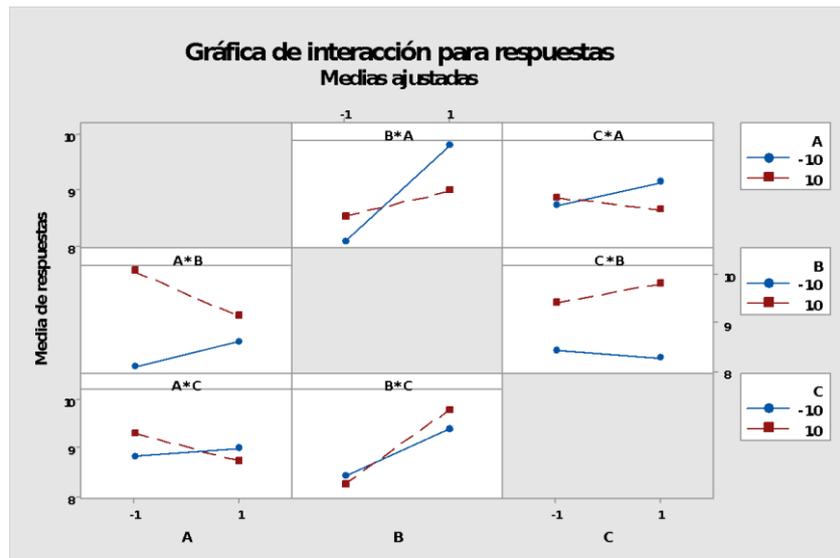
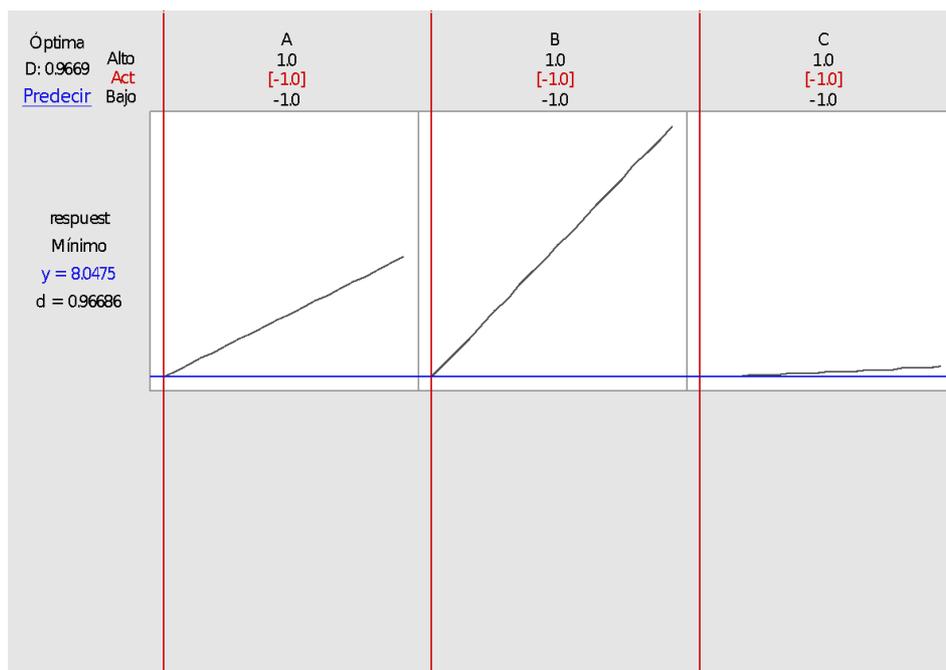


Figura 46. Efectos principales para respuestas

La gráfica de interacción para respuestas como se muestra en la figura 47 muestra el tiempo para obtener la temperatura de confort con respecto a las combinaciones de los factores cuando disminuye o aumenta.



En la figura 48 se muestra la gráfica de optimización, se buscó minimizar que dé el valor mínimo de 8.0475 con los factores A, B y C en un valor bajo.



5.2.2.1. Elección de la mejor solución

En la tabla 15 se muestra el factor y variables optimizadas, se pueden notar las variables identificadas como resultado del análisis del diseño factorial 2^3 .

Tabla 15
Factores y variables optimizadas

Letra	Factor	Bajo (-1)	Alto (+1)
A	Resistencia térmica	Tipo tubular lisa	Tipo tubular aleteadas
B	Sensor de temperatura	Sensor LM35	Sensor DHT11
C	Conexiones del sistema fotovoltaico	Conexión con dos paneles solares de 400 W policristalinos.	Conexión con un panel de 800 W monocristalino ERA.

Se obtuvo como resultado en el análisis factorial los factores A, B y C en un nivel bajo, donde la configuración de los componentes para obtener el instante que la temperatura de confort promedio máximo de 22 °C circule por el radiador hacia la minioficina en el menor tiempo son los siguientes:

- Resistencia térmica tipo tubular lisa
- Sensor de temperatura LM35
- Conexión del sistema fotovoltaico con 2 paneles solares de 400 W policristalinos

5.3. Resultados

- El sistema fotovoltaico entrega la potencia necesaria para proporcionar energía eléctrica por 8 horas diarias y la carga de las baterías en un tiempo de 6.067 horas, aproximadamente 6 horas.
- La minioficina posee las dimensiones y el soporte necesario, tanto para mobiliarios como para los equipos. El soporte máximo es un peso de 247 kg.
- El funcionamiento del control de temperatura – humedad es óptimo por las diferentes pruebas en diferentes situaciones como el encendido o apagado del sistema de calefacción junto con la ventilación en el rango de temperatura de confort, además la humedad relativa y la activación de la alarma.
- El procesamiento de la programación en el microcontrolador es eficiente por la velocidad de respuesta ante la adquisición de datos por parte de los sensores y la activación de los actuadores como el ventilador o el mismo sistema de calefacción.

- La calibración del sistema de control de temperatura – humedad es muy sencilla y fácil de asimilar por el usuario, ya que se puede visualizar dicha configuración en la pantalla LCD. Por lo que es recomendable seguir el manual de usuario.
- La caída de tensiones en las conexiones de las diferentes características de los paneles solares es mínima, con valores de 219.28 V AC y 2019.4 V AC.
- Las variables identificadas en la prueba estadística entregan la temperatura de confort promedio máximo de 22 °C desde el radiador, lo proporciona en un tiempo de 8 minutos con 5 segundos aproximadamente.

5.4. Características técnicas

A continuación, se detallan los componentes y equipos principales calculados, que se encuentran en el mercado; información encontrada en tiendas virtuales.

Tabla 16
Componentes y equipos primordiales

Componentes y equipos	Especificaciones técnicas	
Resistencia térmica tipo tubular lisa	Potencia: 117 W (vatios) Voltaje: 220 voltios AC Tipo: lisa sin aleteadas Diámetro 6.6 mm Largo: 200 mm	
Sensor de temperatura LM35	Voltaje: 5 voltios DC Resolución: 1°C (8-bit) sensor de tres pines y consumo 60 micro A.	
Sensor de humedad, versión PCB	Voltaje: 5 voltios DC Resolución: 10 mv sensor de tres pines y consumo 2.5 mA	

<p>Sistema fotovoltaico con 2 paneles solares policristalinos</p>	<p>Voltaje: 12 voltios DC Potencia: 400 W, x 2 es 800 W.</p>	
<p>Batería DC</p>	<p>Voltaje: 12 voltios DC Capacidad: 200 A/h, x 2 es 400 A/h.</p>	
<p>Regulador o controlador de carga</p>	<p>Voltaje: 12 - 24 voltios DC Corriente: 70 A</p>	
<p>Convertor o inversor de potencia</p>	<p>Voltaje: 12 voltios DC Potencia: 1400 W</p>	
<p>Ventiladores cooler</p>	<p>Voltaje: 12 voltios Potencia: 2.4 W – x 2 es 4.8 W Corriente: 0.2 A – x 2 es 0.4 A</p>	
<p>Ventilador de pared</p>	<p>Voltaje: 220 V AC Potencia: 40 W</p>	
<p>Extractor de aire</p>	<p>Voltaje: 220 V AC Potencia: 13 W</p>	
<p>Foco LED Downlights circular empotrado</p>	<p>Voltaje: 220 V AC Potencia: 6 W</p>	

5.5. Presupuesto

Tabla 17

Presupuesto del producto

Presupuesto de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente			
Rubros	Cantidad	Parcial	Total
a) Estructura de la minioficina			S/2237 .00
Tubo galvanizado cuadrado 3/4" x 6 m	10 unidades	S/ 12.00	S/ 120.00
Plancha de acero inoxidable 4 mm	3 unidades	S/ 178.00	S/ 534.00
Fibra de vidrio con foil de aluminio x 15 m	1 unidades	S/ 205.00	S/ 205.00
Triplay fenólico	1 unidades	S/ 120.00	S/ 120.00
Planchas de poliestireno rígido transparente	5 unidades	S/ 153.00	S/ 765.00
Plancha de aluminio 2.5 mm	3 unidades	S/ 131.00	S/ 393.00
Otros	.....	S/ 100.00	S/ 100.00
b) Sistema de calefacción			S/ 223.00
Resistencia térmica 117 W	1 unidad	S/ 168.00	S/ 168.00
Alambre calibre 12	5 metros	S/ 5.00	S/ 5.00
Otros	.....	S/ 50.00	S/ 50.00
c) Sistema fotovoltaico			S/ 1941.32
Panel solar 400 W	2 unidades	S/ 338.16	S/ 676.36
Batería de 200 A/h	2 unidades	S/ 387.48	S/ 774.96
Inversor de voltaje 1500 W	1 unidad	S/ 300.00	S/ 300.00
Controlador de voltaje 10 A	1 unidad	S/ 115.00	S/ 115.00
Alambre calibre 12	15 metros	S/ 25.00	S/ 25.00
Otros	.....	S/ 50.00	S/ 50.00
d) Actuadores			S/ 308.00
Ventilador cooler 2.4 W	2 unidades	S/ 20.00	S/ 40.00
Ventilador de pared 40 W tipo box	1 unidades	S/ 69.00	S/ 69.00
Bombilla led circular 6 W	1 unidad	S/ 20.00	S/ 20.00
Extractor de aire 13 W Sole	1 unidad	S/ 74.00	S/ 74.00
Tomacorriente	1 unidad	S/ 5.00	S/ 5.00
Otros	.....	S/ 100.00	S/ 100.00
e) Control de temperatura			S/ 269.00
Display LCD 16x2	1 unidad	S/ 30.00	S/ 30.00
Sensor LM35	1 unidad	S/ 5.00	S/ 5.00
Pulsadores	7 unidades	S/ 0.50	S/ 3.50
Sensor de humedad DHT 11	1 unidad	S/ 40.00	S/ 40.00
Diodo leds	4 unidades	S/ 0.50	S/ 2.00
Conector 2 pines	3 unidades	S/ 1.50	S/ 4.50
Conector 3 pines	2 unidad	S/ 1.50	S/ 3.00
Pic 16F877A	1 unidad	S/ 25.00	S/ 25.00
Modulo relay de 4 canales	1 unidad	S/ 56.00	S/ 56.00

Resistencia, capacitores, varios	.....	S/ 50.00	S/ 50.00
Otros	.....	S/ 50.00	S/ 50.00
f) Servicios			S/ 400.00
Mano de obra	.....	S/ 300.00	S/ 300.00
Otros	.....	S/ 100.00	S/ 100.00
Total			S/ 5378.32

CONCLUSIONES

- El sistema fotovoltaico tiene las características necesarias para alimentar todos los equipos al tiempo especificado, al contrario que el sistema de calefacción que se diseñó para estar en funcionamiento 8 horas diarias.
- La minioficina con calefacción automatizada por aire caliente tiene las características necesarias para soportar el peso y espacio necesario para la comodidad del usuario con una temperatura de confort ideal.
- El control de temperatura y humedad desarrolla su funcionamiento eficazmente, ya que controla los equipos que regulan y mantienen la temperatura de confort como también la humedad relativa en el interior de la minioficina.
- El código de programación desarrollado integra un lenguaje de programación necesario que optimiza una velocidad de respuesta eficaz ante la adquisición y procesamiento de los datos.
- La manipulación del control de temperatura es sencilla y fácil de utilizar con previa capacitación del manual de usuario, la visualización es adecuada para la configuración.
- Las variables que optimizan la eficacia de la minioficina con calefacción automatizada por aire caliente o proporcionan la temperatura promedio máximo de confort que circula desde el radiador en un tiempo más rápido es la conexión del sistema fotovoltaico con 2 paneles solares de 400 W policristalinos, un sensor de temperatura LM35 y una resistencia térmica tubular lisa.
- Los materiales identificados son adecuados con características térmicas, resistencia acústica y resistente a la humedad para mantener el calor en la minioficina. Además, la mayoría de los equipos, materiales y componentes electrónicos son económicos y de buena calidad.

TRABAJOS FUTUROS

- Mejorar la implementación del sistema fotovoltaico, con la finalidad que se posicione en un espacio estratégico expuesto al sol, para utilizar toda la capacidad que pueda proporcionar para generar energía eléctrica y ser distribuida en la minioficina frecuentemente.
- Mejorar las características del sistema de calefacción para obtener una temperatura de confort en un tiempo mucho más rápido y eficaz.
- Implementar un sistema de control de velocidad para los ventiladores colocados en el sistema de calefacción y el sistema de ventilación, para controlar mejor el flujo de aire y el calor generado. Con la finalidad de distribuir el aire caliente equitativamente en todo el espacio de la minioficina.
- Implementar un sistema de protección ante cortes o incremento de la corriente eléctrica para prevenir daños a los equipos y el control de temperatura y humedad relativa.
- En la programación del control de temperatura reducir el lenguaje con librerías o comandos para optimizar la memoria de almacenamiento del microcontrolador PIC 16F877A con la finalidad de adquirir un programa más compacto y agregar más funciones a la etapa electrónica.
- Continuar la investigación para mejorar y economizar el producto tanto en la generación de la corriente eléctrica y los materiales que componen la minioficina.

LISTA DE REFERENCIAS

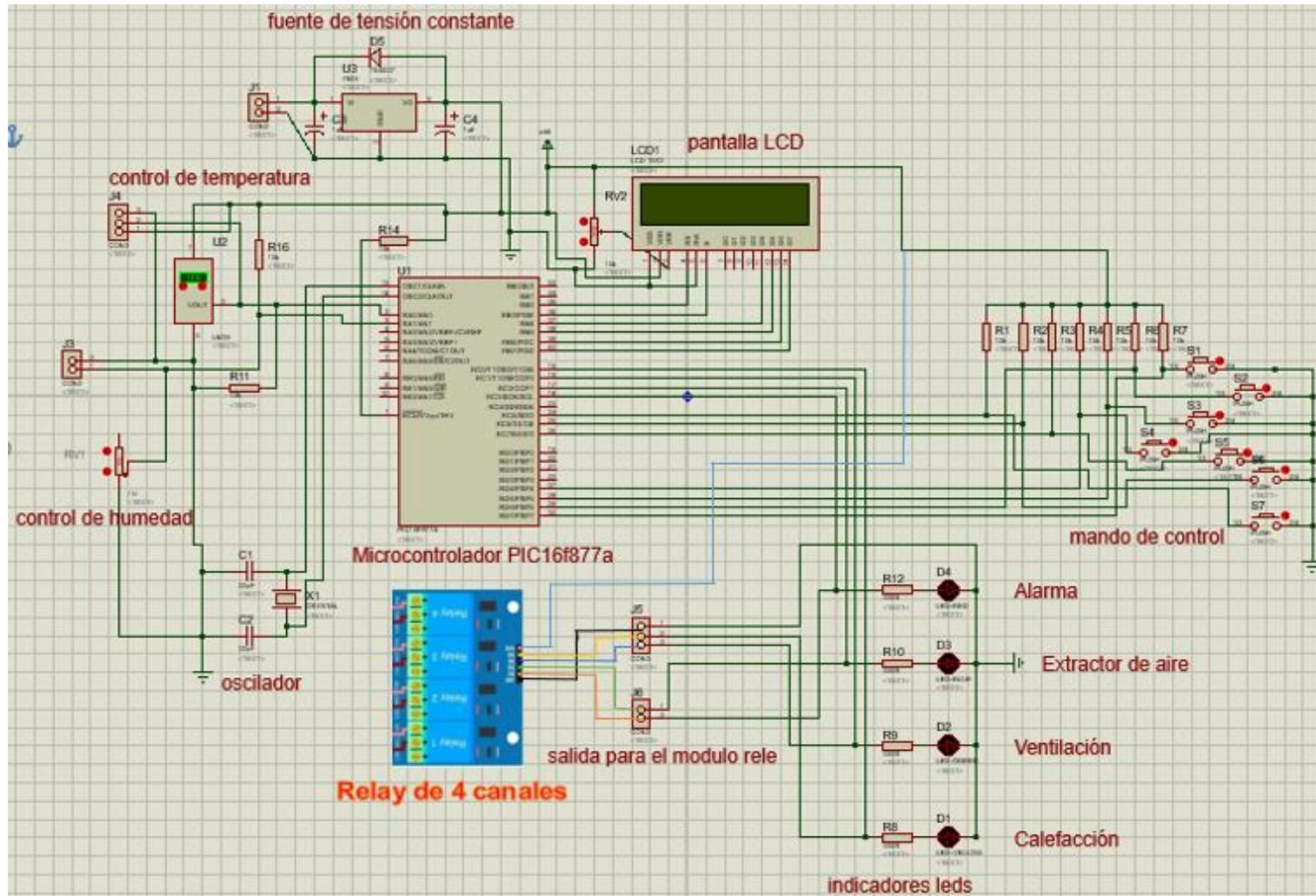
1. **GÓMEZ GUILLERMO, Miguel Carlos.** *Las heladas en el Perú y el mundo.* Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2010.
2. **RIVERA, Alicia y LEJARCEGUI, Gorka.** *Más de 80 muertos en 10 países de Europa por el temporal de frío.* s.l. : El País, 2017.
3. **MENDIETA, Paola.** Minsa: más de 600 muertos por ola de frío en el país. *Correo.* 20 de junio de 2018.
4. **CENEPRED.** *Escenarios de riesgo por heladas y friajes en el marco del plan multisectorial 2018.* Lima : Cenepred, 2018.
5. **VIVANCO, Thalía.** Heladas y friaje afectará a población de 50 distritos de Junín. *Correo.* 12 de febrero de 2019.
6. **JUNÍN, DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD.** *Junín registra 19528 casos de infecciones respiratorias agudas durante el año.* Junín, Diresa. Huancayo : Diresa Junín, 2020.
7. **CALAPUJA MERCADO, Edgardo.** *Sistema de calefacción solar térmico controlado para mantener el confort térmico en un ambiente de la FIQ.* Puno, Universidad Nacional del Altiplano. 2017. Tesis de grado.
8. **HERRERA DOMANCIC, Pedro José.** *Diseño de un sistema de calefacción solar para un edificio público.* Universidad de Chile. Santiago de Chile : s.n., 2008. Tesis de grado.
9. **ANDRADE PALACIOS, Néstor Darwin.** *Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energía alternativa de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.* Universidad Técnica de Cotopaxi. Cotopaxi - Ecuador : s.n., 2019. Tesis de grado.
10. **AGUSTÍN ÁLVAREZ, Daneri.** *Sistema de calefacción solar de aire.* Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires : s.n., 2012. Tesis de grado.
11. **LÓPEZ DE PAZ, Renzo Gustavo.** *Diseño del sistema de control de temperatura de un invernadero.* Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2016. Tesis de grado.
12. **CHOQUE ALAVE, Jhon Cheng Luis.** *Diseño de un sistema de control y supervisión para unidades de tratamiento de aire en sistemas de*

- climatización aplicando control difuso*. Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2020. Tesis de grado.
13. **ARIAS SANTAFE, Ronal Stalin.** *Diseño y simulación de un sistema de calefacción por piso radiante*. Escuela Politécnica Nacional . Quito : s.n., 2008. Tesis de grado.
 14. **DE LA MATTA DÍAZ, Edison Jesús.** *Sistema automático de calefacción con energía fotovoltaica y eólica para el confort térmico de una vivienda rural de la ciudad de Castrovirreyna*. Universidad Nacional de Huancavelica . Huancavelica : s.n., 2014. Tesis de grado.
 15. **OCAMPO MALQUI, Jaime.** *Análisis y diseño de una vivienda rural implementada con un sistema térmico ecoeficiente de energía solar-Chachapoyas 2016*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas : s.n., 2017. Tesis de grado.
 16. **PEÑA RAMÍREZ, Óscar Roberto.** *Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2018. Tesis de grado.
 17. **NAVARRO ARÉVALO, Percy.** *Diseño de sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas*. Universidad César Vallejo. Tarapoto : s.n., 2019. Tesis de grado.
 18. **VERLE, Milán.** *Microcontroladores PIC – Programación en C*. s.l. : MikroElektronika, 2009. 978-86-84417-17-8.
 19. **ATAHUACHI LAYME, Gaby Maribel.** *Aislante termoacústico a base de stipa ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2018. Tesis de grado.
 20. **ARIAS, Katherine y otros.** *Estudio de las actividades relevantes en el diseño de productos. Modelo VDI 2221 frente al modelo metodológico I+P+D3* . Colombia : s.n., 2018, Revista Espacios, Vol. vol. 39. ISSN 0798 1015.

ANEXOS

Anexo 1

Diagrama esquemático del control de temperatura – humedad



Anexo 2

Programación en lenguaje C

```
*****
/* Proyecto: Control de temperatura - humedad.
/* Autor: vega cajahuaringa luis enrique
*****

define OSC 4

DEFINE LCD_DREG PORTB
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 2
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 3

DEFINE ADC_BITS 10
DEFINE ADC_CLOCK 3
DEFINE ADC_SAMPLEUS 1

ADCON1=%00
TRISC=%11110000
TRISD=%11110000
trisb=0
;*****ASIGNACION DE CONTROLES*****

up      var portd.7
down    var portc.7
der     var portd.6
izq     var portd.4
set     var portd.5
setA    var portc.6
```

```

setB    var portc.5

;*****ASIGNACION DE SALIDAS*****

lamp    var portc.0
vent    var portc.1
bomb    var portc.2
alarm   var portc.3
luzlcd  var portb.1

;*****ASIGNACION DE VARIABLES*****

x        var word
y        var Word
temp    var word
hum      var word
temin   var word
temax   var word
prompt  var word
humin   var word
humax   var word

hora    VAR BYTE
minut   VAR BYTE
segun   VAR BYTE
alhor   var byte
almin   var byte
time    var word

cursor  var byte
cuenta  var byte
actual  var bit
set1    var bit
set2    var bit
setime  var bit
display var bit
distime var word

;*****ASIGNACION DE CONSTANTES*****

fe      con $fe
EEPROM  0, [20,28,70,90,12,0,10,1,0]

;*****ASIGNACION DE INTERRUPCIONES*****

option_reg=%1010110
intcon=%10100000
on interrupt goto interrup
gosub offset1
hora=12
minut=0
setime=0
distime=10000
y=distime
display=0
actual=1

;*****DATOS DE MEMORIA EEPROM*****

```

```

        READ 0,temin
        READ 1,temax
        READ 2,humin
        READ 3,humax
        read 4,alhor
        read 5,almin
        read 6,time
        read 7,set1
        read 8,set2
SETEO:  prompt=(temin+temax)/2

;*****INICIO*****
;*****RUTINA PRINCIPAL*****

inicio: if display=0 then gosub lcd1
        if display=1 then gosub lcd2
        if y>0 then y=y-1
        IF y=0 then luzlcd=0
        goto teclado
goto inicio

;*****RUTINAS SECUNDARIAS*****

senzar: adcin 0,Temp
        Temp=(Temp/130)
        adcin 1,Hum
        Hum=Hum/660
        Hum=99-Hum

return

```

```

lcd1:  if actual=1 then
        gosub sensar
        gosub actuar
        actual=0
        lcdout fe,$80,"T=",dec2 Temp,223,"C - H=",dec2 Hum,"% "
        if set1=1 then lcdout "*"
        if set1=0 then lcdout " "
        lcdout fe,$C0," ",dec2 temin,"/",dec2 temax," - ",dec2 humin,"/",dec2 humax," "
        endif
return

lcd2:  if actual=1 then
        gosub sensar
        gosub actuar
        actual=0
        lcdout fe,$80,"Reloj ",dec2 hora,":",dec2 minut,":",dec2 segun," "
        if set2=1 then lcdout "*"
        if set2=0 then lcdout " "
        lcdout fe,$c0,"Alarma ",dec2 alhor,":",dec2 almin," ",dec3 time
        endif
return

actuar: if set1=0 then gosub offset1
        if set1=1 then
            if Temp<temin then lamp=1
            if Temp>(prompt-1) then lamp=0
            if Temp>temax then vent=1
            if Temp<(prompt+1) then vent=0
            if Hum<humin then bomb=1

```

```

        if Hum>(humax-1) then bomb=0
    endif

    if time=0 then settime=0:read 6,time:alarm=0
    if set2=0 then settime=0:alarm=0

    if set2=1 then
        if hora=alhor and minut=almin then alarm=1:settime=1
    endif
return
teclado:IF setA=0 and display=0 then gosub timer:goto setemin
IF setB=0 and display=0 then gosub timer:goto sethumin
IF setA=0 and display=1 then gosub timer:goto sethora
IF setB=0 and display=1 then gosub timer:goto setalhora:set2=0

if up=0 and distime<20000 then distime=distime+2000:gosub timer
if down=0 and distime>0 then distime=distime-2000:gosub timer

if der=0 or izq=0 then
    display=display+1
    if display>1 then display=0
    gosub timer
endif
if set=0 and display=0 then
    set1=set1+1
    if set1>1 then set1=0
    write 7,set1
    gosub timer

```

```

        endif
        if set=0 and display=1 then
            set2=set2+1
            if set2>1 then set2=0: settime=0
            write 8,set2
            gosub timer
        endif
goto inicio

;*****CONFIGURACIONES*****
;*****CONFIGURACION DE TEMPERATURA*****

setemin: cursor=$c2
    gosub setcur
    if up=0 then
        gosub timer
        temin=temin+1
        if temin=41 then temin=10
    endif
    if down=0 then
        gosub timer
        temin=temin-1
        if temin=9 then temin=40
    endif
    if der=0 or izq=0 then
        if TEMAX<(TEMIN+3) then temax=(temin+3)
        gosub timer:goto setemax
    endif

```

```

        if set=0 then goto check1
goto setemin

setemax: cursor=$c5
        gosub setcur
        if up=0 then
            gosub timer
            temax=temax+1
            if temax=51 then temax=(temin+3)
        endif
        if down=0 then
            gosub timer
            temax=temax-1
            if temax<(temin+3) then temax=50
        endif
        if izq=0 or der=0 then gosub timer: goto setemin
        if set=0 then goto check1
goto setemax

;*****CONFIGURACION DE HUMEDAD*****

sethumin: cursor=$ca
        gosub setcur
        if up=0 then
            gosub timer
            humin=humin+1
            if humin=91 then humin=1
        endif
        if down=0 then

```

```

        gosub timer
        humin=humin-1
        if humin=9 then humin=90
    endif
    if der=0 or izq=0 then
        if humax<(humin+3) then humax=(humin+3)
        gosub timer:goto sethumax
    endif
    if set=0 then goto check1
goto sethumin

sethumax: cursor=$cd
        gosub setcur
        if up=0 then
            gosub timer
            humax=humax+1
            if humax=100 then humax=(humin+3)
        endif
        if down=0 then
            gosub timer
            humax=humax-1
            if humax<(humin+3) then humax=99
        endif
        if izq=0 or der=0 then gosub timer:goto sethumin
        if set=0 then goto check1
goto sethumax

;*****CONFIGURACION DE HORA*****

```

```

sethora:cursor=$87
  gosub setcur
  if up=0 then
    gosub timer
    hora=hora+1
    if hora=24 then hora=0
  endif
  if down=0 then
    gosub timer
    if hora=0 then hora=24
    hora=hora-1
  endif
  if der=0 then gosub timer:goto setmin
  IF izq=0 then gosub timer:goto setsegun
  if set=0 then goto check2
goto sethora

setmin:cursor=$8a
  gosub setcur
  if up=0 then
    gosub timer
    minut=minut+1
    if minut=60 then hora=0
  endif
  if down=0 then
    gosub timer
    if minut=0 then minut=60
    minut=minut-1
  endif
  if izq=0 then gosub timer:goto sethora
  IF der=0 then gosub timer:goto setsegun
  if set=0 then goto check2
goto setmin

setsegun: cursor=$8d
  gosub setcur
  if up=0 or down=0 then
    gosub timer
    segun=0
  endif
  if izq=0 then gosub timer:goto setmin
  IF der=0 then gosub timer:goto sethora
  if set=0 then goto check2
goto setsegun

;*****CONFIGURACION DE ALARMA*****

setalhora:cursor=$C8
  gosub setcur
  if up=0 then
    gosub timer
    alhor=alhor+1
    if alhor=24 then alhor=0
  endif
  if down=0 then
    gosub timer
    if alhor=0 then alhor=24
    alhor=alhor-1
  endif

```

```

endif
if izq=0 then gosub timer:goto setaltime
IF der=0 then gosub timer:goto setalmin
if set=0 then gosub timer:goto check3
goto setalhora

setalmin:cursor=$cb
gosub setcur
if up=0 then
    gosub timer
    almin=almin+1
    if almin=60 then almin=0
endif
if down=0 then
    gosub timer
    if almin=0 then almin=60
    almin=almin-1
endif
if izq=0 then gosub timer:goto setalhora
IF der=0 then gosub timer:goto setaltime
if set=0 then gosub timer:goto check3
goto setalmin

setaltime: cursor=$cf
gosub setcur
if up=0 then
    gosub timer
    time=time+1
    if time=601 then time=1

```

```

endif
if down=0 then
    gosub timer
    if time=1 then time=601
    time=time-1
endif
if izq=0 then gosub timer:goto setalmin
IF der=0 then gosub timer:goto setalhora
if set=0 then gosub timer:goto check3
goto setaltime

;*****SUB-RUTINAS*****

check1: if temax<(temin+3) then temax=(temin+3)
read 0,x
if x>temin or x<temin then write 0,temin
read 1,x
if x>temax or x<temax then write 1,temax

if humax<(humin+3) then humax=(humin+3)
read 2,x
if x>humin or x<humin then write 2,humin
read 3,x
if x>humax or x<humax then write 3,humax
if set1=0 then set1=1:write 7,set1
gosub offcursor
gosub timer

goto seteo

```

```

check3: if set2=0 then set2=1:write 8,set2
check2: read 4,x
        if x>alhor or x<alhor then write 4,alhor
        read 5,x
        if x>almin or x<almin then write 5,almin
        read 6,x
        if x>time or x<time then write 6,time
        if hora<alhor or hora>alhor or minut<almin or minut>almin then alarm=0:setime=0
        gosub offcursor
        gosub timer
goto inicio

setcur: if actual=1 then
        gosub offcursor
        if display=0 then gosub lcd1
        if display=1 then gosub lcd2
        endif
        lcdout fe,$0f
        lcdout fe,cursor
return

offcursor:lcdout fe,$0c
return

offset1:lamp=0
        vent=0
        bomb=0
return

```

```

offset2:alarm=0
return

timer:  y=distime
        if y>0 then luzlcd=1
        for x=1 to 4000
        actual=1
        next x
return

;*****ZONA DE INTERRUPCIONES*****

```

```

disable ;deshabilita interrupciones durante el proceso
interrup:
        cuenta = cuenta + 1 ;cuenta las interrupciones del TMR0
        TMR0=61 ;resta 4 o 61 al contador de 256 del TMR0
        IF cuenta<40 then reset ;31 o 40 ciclos=1seg
        segun = segun+1
        IF segun =>60 THEN
        segun = 0
        minut = minut + 1
        if setime=1 then time = time-1
        endif
        IF minut =>60 THEN
        minut = 0
        hora = hora + 1
        endif
        IF hora = 24 THEN
        hora = 0
        endif
        actual=1
        cuenta=0
reset:  INTCON.2 = 0 ;resetea la bandera de interrupción del TMR0
        RESUME
END

```

Anexo 3

Encuesta

Tenga mi cordial saludo, esta encuesta está dirigida principalmente para estudiantes, trabajadores con mayoría de edad y personas consideradas adulto mayor de la región Junín, que tiene la finalidad de recolectar información sobre las consecuencias de las bajas temperaturas (el frío) y recolectar datos para una posible solución a este fenómeno meteorológico. Responda con sinceridad y marque su respuesta con una (x).

1. Nombres y apellidos: _____.
2. Medio de comunicación (opcional): Facebook () Correo electrónico () N.º Celular ()
3. Escriba el medio de comunicación seleccionada (opcional):

4. Mencione su estatura: _____ m _____ cm.
5. Mencione su peso: _____ kilogramos.
6. ¿Sufriste de alguna enfermedad respiratoria o daños por consecuencia del frío?
Sí () No ()
7. ¿Cuál de estas enfermedades respiratorias o daños has presenciado, viviste o posees? Si respondió "sí" a la pregunta anterior.
Dolores de articulaciones () Resfriado común o gripe () Hipotermia ()
Infección respiratoria () Neumonía () Otros ()
- Dato:** los dolores en las articulaciones se producen cuando se tensan las articulaciones con el propósito de mantener la temperatura corporal y el calor, todo esto ocurre cuando la persona está expuesta al frío constantemente por mucho tiempo.
8. Actividad que realiza cada día con más frecuencia en su hogar.
Trabajo () Estudiante () Ama de casa () Descansa (adulto mayor) ()
9. Según la respuesta de la pregunta anterior cuántas horas proporciona para su actividad.
3 horas () 6 horas () 8 horas () 12 horas () Otros ()
10. ¿Le gustaría tener un espacio en su hogar para refugiarse del frío mientras realiza sus actividades con una temperatura ideal? Sí () No ()
11. ¿Qué equipo utilizas más en tus actividades diarias en tu hogar?
Computadora () Laptop () No tengo ninguno ()

"Muchas gracias por su apoyo"

Anexo 4

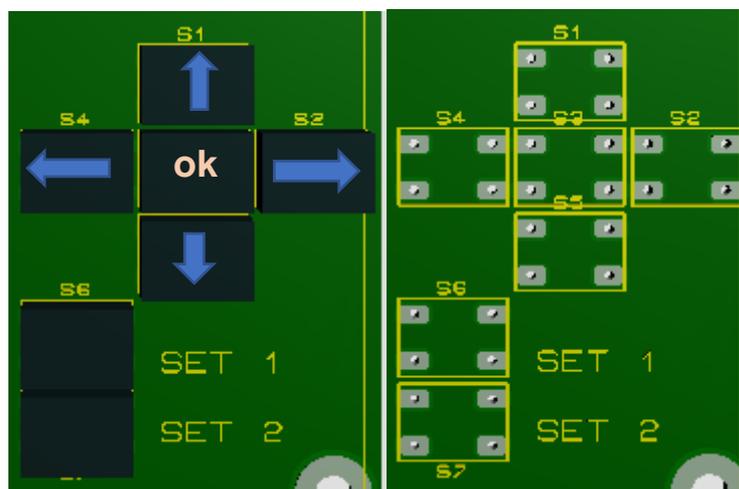
Manual del control de temperatura - humedad

En este manual se detalla la forma correcta de manipular el control de temperatura – humedad. Además, su respectivo mantenimiento, como también del sistema de calefacción.

Advertencia

Solo personas capacitadas o informadas pueden realizar el respectivo mantenimiento, con precaución y mucho cuidado.

Controles



Configuración

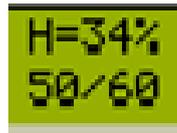
Temperatura

- Presionar “set 1”, luego seleccionar el valor del intervalo de temperatura de confort utilizando los pulsadores de desplazamiento. ↑ y ↓ para seleccionar un valor, ← y → para desplazar del valor mínimo al máximo o viceversa. Finalmente presionar el pulsador “OK” para confirmar, después de cada valor seleccionado.



Humedad relativa

- Presionar “set 2”, luego seleccionar el valor del intervalo de humedad relativa utilizando los pulsadores de desplazamiento. ← y → para seleccionar un valor, ↑ y ↓ para desplazar del valor mínimo al máximo o viceversa. Finalmente presionar el pulsador “OK” para confirmar, después de cada valor seleccionado.



Alarma – temporizador

- Sin estar en la configuración de la temperatura de confort y la humedad relativa. Presionar el pulsador de desplazamiento ← o → para configurar el reloj en tiempo real, utilizar los pulsadores ↑ y ↓ para seleccionar un valor, luego los pulsadores ← y → para desplazar de la configuración del reloj al temporizador y seguidamente al tiempo de activación o viceversa. Finalmente presionar el pulsador “OK” para confirmar, después de cada valor seleccionado. Al confirmar la configuración de la alarma aparecerá un asterisco en la parte superior derecha de la pantalla LCD como señal que está activo o en funcionamiento.



Mantenimiento

Control de temperatura – humedad

- Desconectar la red eléctrica, luego abrir el chasis para ingresar en la placa electrónica, limpiar el polvo que puede estar en el interior, utilizar alcohol isopropílico y un cepillo para limpiar la placa electrónica y finalmente ensamblar nuevamente con mucho cuidado.

Sistema de calefacción

- Desconectar la red eléctrica, luego abrir la compuerta corrediza del piso para ingresar a la resistencia eléctrica y los ventiladores, limpiar el polvo y suciedad que puede estar en el interior, utilizar alcohol isopropílico y un cepillo para limpiar los ventiladores y la resistencia. Finalmente cierre la compuerta.