



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI INVERNADERO
CON CONTROL AUTOMATIZADO, PARA EL CULTIVO DE LA
FRESA EN LA CIUDAD DE PUNO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

APAZA VELAZCO EDDY RONALD

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI INVERNADERO CON CONTROL AUTOMATIZADO, PARA EL CULTIVO DE LA FRESA EN LA CIUDAD DE PUNO.

AUTOR

EDDY RONALD APAZA VELAZCO

RECuento DE PALABRAS

10844 Words

RECuento DE CARACTERES

55878 Characters

RECuento DE PÁGINAS

76 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.3MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 24, 2024 1:43 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 24, 2024 1:45 PM GMT-5

● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 9 palabras)


ING. JORGE LUIS APAZA CRUZ
INGENIERO ELECTRÓNICO
CIP. 105887


Carlos Alexander Ccantuta Chirapó
SUB DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
E.P. INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Resumen



DEDICATORIA

Este proyecto de investigación en el área de ingeniería se lo dedico a mi madre y padre, que con su esfuerzo y gran trabajo permanente me motivaron para poder perdurar firme y fuerte, avanzando hacia la meta, también hago llegar el agradecimiento a mis Hno y amigos que siempre me apoyaron en cada momento de necesidad y al D.Sc. Jorge Luis Apaza Cruz quien me apoyo y me motivo a seguir en la carrera profesional de Ingeniería Electrónica.

A MIS PADRES

Rosendo Vidal Sucapuca Apaza y Josefina Eufemia Mamani Apaza.

A MIS HERMANOS

Ader Sucapuca Apaza, Nélide Sucapuca Apaza y Gaby Sucapuca Apaza.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cuidarme y llevarme siempre por el camino del bien.

A mis padres por darme la vida, por confiar y por apoyarme en cada minuto de mi vida.

A mi hermano y hermanas por compartir, aprender y pasar muchas cosas buenas y malas, y nos enseñan y apoyan a levantarnos y seguir adelante juntos.

A nuestros Ings. de la carrera de Inge. electrónica, gracias por aportar en mi aprendizaje para ser un gran profesional y por brindarnos una gran amistad.

Agradezco a mis amigos por el gran cariño y el apoyo siempre brindado, gracias por todo.

Por otro lado, quiero agradecer al Insti de Investigación en Smart Grid, Energía y Automatización por su soporte y apoyo.

CORDIALMENTE.

EDDY RONALD APAZA VELAZCO



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. IMPACTO 16

1.1.1. Impactos en ciencia y tecnología.....16

1.1.2. Impactos económicos16

1.1.3. Impactos sociales.....16

1.1.4. Impactos ambientales16

1.2. JUSTIFICACIÓN 17

1.3. PREGUNTAS DEL PROBLEMA 18

1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO 18

1.5. OBJETIVO GENERAL 18

1.5.1. Objetivos específicos.....19

CAPÍTULO II.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO 20

2.1.1. Invernaderos20

2.1.1.1. Tipos de invernaderos 21

2.1.1.1.1. Raspa y amagado 21

2.1.1.1.2. Capilla 21

2.1.1.1.3. Túnel 21

2.1.1.2. Control de factores climáticos en invernaderos 22

2.1.1.3. Automatización de un mini invernaderos..... 22

2.1.1.3.1. Temperatura 22

2.1.1.3.2. Humedad relativa y de suelo..... 23

2.1.1.3.3. Radiación 24

2.1.2. Exigencias agroclimáticas24

2.1.2.1. Clima 24

2.1.2.2. Suelo 25

2.1.2.3. Agua de riego 26

2.1.3. Crecimiento de la fresa.....26



2.1.4.	Solarización.....	26
2.1.5.	Riego.....	27
2.1.6.	Cobertura del aire, túnel y macro túnel.....	27
2.2.	SENSORES ELECTRÓNICOS.....	28
2.2.1.	Energía eléctrica.....	28
2.2.1.1.	Voltaje.....	28
2.2.1.2.	Amperaje.....	29
2.2.1.3.	Potencia eléctrica.....	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.3.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	30
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.4.1.	La población.....	31
3.4.2.	La muestra.....	31
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.6.	VARIABLES.....	34
3.6.1.	Variables dependientes.....	34
3.6.2.	Variables independientes.....	35
3.7.	MÉTODO A TRAVÉS DE LAS CUALES SE OBTUVO LA INFORMACIÓN.....	36
3.7.1.	Validación del modelo.....	36
3.8.	MATERIALES.....	36
3.9.	PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV.....	37
3.10.	METODOLOGÍA.....	38
3.10.1.	Metodología para el primer objetivo específico.....	38
3.10.1.1.	Implementación de la maqueta del mini invernadero.....	39
3.10.1.2.	Diseño, programación y construcción del mini invernadero para medir el consumo de energía eléctrica.....	39
3.10.1.3.	Realiza la medición de la variable de consumo de energía eléctrica.....	42
3.10.2.	Metodología para el segundo objetivo específico.....	42
3.10.2.1.	Primera etapa: sistema de control de humedad del suelo.....	42
3.10.2.2.	Segunda etapa: sistema de control de humedad y temperatura del ambiente.....	45
3.10.2.3.	tercera etapa: sistema de control del mini invernadero.....	50
3.11.	DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	51
3.11.1.	Primer experimento.....	51
3.11.2.	Segundo experimento.....	51

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS DEL PRIMER EXPERIMENTO.....	53
4.1.1.	Datos obtenidos de la electricidad del mini invernadero.....	53
4.1.2.	Prueba estadística para el primer experimento.....	54
4.2.	DISCUSIÓN DEL PRIMER EXPERIMENTO.....	55
4.3.	RESULTADOS DEL SEGUNDO EXPERIMENTO.....	55
4.3.1.	Datos obtenidos de la fresa.....	57



4.4.	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL SEGUNDO EXPERIMENTO.....	59
4.4.1.	Prueba kolmogorov-smirnov para la humedad del suelo	59
4.4.2.	Prueba kolmogorov-smirnov para la temperatura ambiente	61
4.4.3.	Prueba kolmogorov-smirnov para la humedad del ambiente.....	62
4.5.	DISCUSIÓN DEL SEGUNDO EXPERIMENTO.....	63
V.	CONCLUSIONES.....	64
VI.	RECOMENDACIONES	65
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....		69

Área: Robótica

Tema: Control y automatizado

FECHA DE SUSTENTACIÓN:06/05/2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Técnicas e instrumentos del proyecto de investigación.....	33
Tabla 2 Variables dependientes	34
Tabla 3 Variables independientes	35
Tabla 4 Prueba estadística Kolmogorov-Smirnov para el primer experimento.....	54
Tabla 5 Crecimiento de la fresa	58
Tabla 6 Prueba estadística para la humedad del suelo	60
Tabla 7 Prueba Kolmogorov-Smirnov para la temperatura ambiente	61
Tabla 8 Pruebe Kolmogorov-Smirnov para la humedad del ambiente.....	62



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Maqueta del mini invernadero.....	39
Figura 2 Diagrama de lazo cerrado para medir el consumo de energía eléctrica	40
Figura 3 Diagrama de flujo del sistema de medición del consumo de energía.	41
Figura 4 Imagen de las conexiones de la memoria micro SD.	41
Figura 5 Sistema de lazo cerrado del sistema de control de humedad del suelo.	43
Figura 6 Simulación del sistema de humedad ambiente.....	43
Figura 7 Evidencias del sistema de humedad del ambiente	44
Figura 8 Sistema de lazo cerrado del sistema de control de humedad del suelo.	45
Figura 9 Diagrama de flujo del sistema de temperatura y humedad.	46
Figura 10 Simulación del sensor dht22	46
Figura 11 Prueba del sistema del ventilador girando.....	47
Figura 12 Prueba del nivel del agua mediante un recipiente pequeño	48
Figura 13 Sistema de luz UV para el crecimiento de la planta.....	49
Figura 14 Simulación del proyecto del mini invernadero	50
Figura 15 Imágenes del proyecto culminado.....	51
Figura 16 Consumo de energía eléctrica	53
Figura 17 Diagrama de la humedad de la planta.	56
Figura 18 Diagrama de la temperatura del ambiente.....	56
Figura 19 Diagrama de la humedad del ambiente	57
Figura 20 Programación del módulo pzem004t.....	69
Figura 21 Diagrama de flujo del módulo pzem004t.....	69
Figura 22 Programación del sensor de humedad del suelo.....	70
Figura 23 Diagrama de flujo del sensor de humedad del suelo.....	70



Figura 24 Programa del sensor dht22	71
Figura 25 Diagrama de flujo del sensor dht22.....	71
Figura 26 Programación del sistema de llenado de agua.....	72
Figura 27 Diagrama de flujo del sistema de llenado de agua	72
Figura 28 Programación de las pantallas LCD	73
Figura 29 Diagrama de flujo de las pantallas LCD	73
Figura 30 Programación del módulo reloj	74
Figura 31 Diagrama de flujo del módulo reloj	74



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Programación y diagrama de flujo del módulo psem004t.....	69
ANEXO 2 Programación y diagrama de flujo del sensor de humedad del suelo	70
ANEXO 3 Programación y diagrama de flujo del sensor dht22	71
ANEXO 4 Programación y diagrama de flujo del sistema de nivel de agua	72
ANEXO 5 Programación y diagrama de flujo de las pantallas lcd	73
ANEXO 6 Programación y diagrama de flujo del módulo reloj.....	74
ANEXO 7 Declaración jurada de autenticidad de tesis	75
ANEXO 8 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Instituciona.....	76



ACRÓNIMOS

ATMEGA	: Microcontroladores AVR.
Alt	: Altitud.
msnm	: Metros sobre el nivel del mar.
vdc	: Volts Direct Current.
LED	: Light emitting diodo.
OLED	: Organic light-emitting diode o diodo orgánico emisor de luz.
mmhos/cm	: Milimhos por centímetro.
UV	: Radiación ultravioleta.
mm	: Milímetro.
SD	: Secure Digita.
Lcd	: Liquid Cristal Display.
C++	: Extensión del lenguaje C.



RESUMEN

El estudio de tesis fue enfocado en la elaboración de un sistema de control para un mini invernadero destinado al cultivo de fresa en la ciudad de Puno. Realizado en la Universidad Nacional del Altiplano en Puno, en la carrera de Ingeniería Electrónica, de noviembre de 2022 a enero de 2023, el objetivo general fue diseñar e implementar un mini invernadero con control de on/off utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3 para el cultivo de fresas en la ciudad de Puno. Entre los objetivos específicos encontrados es el diseñar un mini invernadero con control climático on/off para medir el consumo de energía eléctrica para el cultivo de fresas en la ciudad de Puno y su implementar un mini invernadero con control climático con el fin de medir la temperatura, humedad, la producción de fresas en la ciudad de Puno. Se ha utilizado un método experimental cuantitativo, que ha dado resultado en el consumo máximo de energía de 10 kWh, medido por el sensor. Se ha implementado en el lenguaje de programación IDE Arduino, permitido el monitoreado de la temperatura (22 °C) con un margen de error del 4 % y la humedad (80 %) con un margen de error del 16 % para el mini invernadero y beneficiado el crecimiento de la fresa. La conclusión es el exitoso diseño e implementación del mini invernadero automatizado por el microcontrolador, facilitado el cultivo de fresa en Puno. El sistema de control de clima de on/off y utilizado el sensor pezem 004t, fue demostrado el consumo eléctrico máximo de 10 kWh. La construcción del invernadero optimizado el crecimiento y la producción de fresas en Puno durado un periodo de 20 días, se han establecido los criterios optimados de temperatura (22 °C), humedad ambiental (80 %) y humedad del suelo (80 %).

Palabras Clave: climático, microcontrolador, invernadero.



ABSTRACT

The thesis study was focused on the development of a control system for a mini greenhouse for strawberry cultivation in the city of Puno. Carried out at the National University of the Altiplano in Puno, in the Electronic Engineering degree, from November 2022 to January 2023, the general objective was to design and implement a mini greenhouse with on/off control using the ATMEGA 2560 REV3 microcontroller for the strawberry cultivation in the city of Puno. Among the specific objectives found is to design a mini greenhouse with on/off climate control to measure the consumption of electrical energy for the cultivation of strawberries in the city of Puno and to implement a mini greenhouse with climate control in order to measure the temperature, humidity, and strawberry production in the city of Puno. A quantitative experimental method has been used, which has given results in the maximum energy consumption of 10 kWh, measured by the sensor. It has been implemented in the Arduino IDE programming language, allowing monitoring of temperature (22 °C) with a margin of error of 4% and humidity (80%) with a margin of error of 16% for the mini greenhouse and benefited the growth of the strawberry. The conclusion is the successful design and implementation of the mini greenhouse automated by the microcontroller, facilitating strawberry cultivation in Puno. The on/off climate control system and the Pesem 004t sensor used, a maximum electrical consumption of 10 kWh was demonstrated. The construction of the greenhouse optimized the growth and production of strawberries in Puno lasted a period of 20 days, the optimal criteria of temperature (22 °C), environmental humidity (80%) and soil humidity (80%) have been established.

Keywords: climate, microcontroller, greenhouse.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú existen una variedad de climas, en especial en región de Puno, a una altitud de 3820 msnm, se hallan eventos bioclimáticos extremos como son el friaje y las heladas.

La tesis se ha presentado una estrategia para la producción de cultivos de área tropical para la zona bioclimática extrema, mediante el uso de tecnología de control y variación del clima, lo que a su vez contribuye a una mejora en los cultivos para la agricultura. El lugar de estudio de la tesis se ha encontrado en la ciudad de Puno.

Se ha presentado el problema de diseñar e implementar un mini invernadero con control on /off utilizando un microcontrolador ATMEGA 2560, para la producción de cultivos de fresas.

Dado que esta es una mejor opción para la crianza de plantas de climas tropicales, se realiza una medición de las variables, como la humedad del suelo, la humedad del ambiente, la temperatura ambiente, el consumo de energía eléctrica del mini invernadero y, por último, el crecimiento de la fresa.

De igual manera, llevado a cabo la regulación de la humedad del suelo, la humedad del ambiente y la temperatura del ambiente, así como el consumo de energía, por último, todo el mini invernadero.

En las pruebas se concluyeron, la obtención de datos mediante el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, sensor pezem 004t, se midió, el consumo de la energía eléctrica, teniendo como máximo de 10 kWh. Como resultado se diseñó e implementó un mini invernadero con control climático on/off, facilitando el crecimiento de la fresa que en 15



días se logró la maduración de los frutos dentro del mini invernadero, se logró crear un ambiente adecuado para el crecimiento de la fresa midiendo la temperatura (295.15 K o 22 °C) con un margen de error de un 4 % respecto a la temperatura, humedad del ambiente del 80 % con un margen de error de un 16 % respecto a la humedad.

1.1. IMPACTO

1.1.1. Impactos en ciencia y tecnología

Aumentar la productividad y el crecimiento de las plantas mediante el control del ambiente en el que se desarrolló la planta.

1.1.2. Impactos económicos

Se esperaba obtener la capacidad de evaluar el consumo de energía eléctrica mediante la medición de los factores de voltaje, con el propósito de disminuir el consumo de energía eléctrica en el espacio de cultivo.

1.1.3. Impactos sociales

El impacto social nos brindó la oportunidad de mejorar la calidad de vida de las personas, lo cual mejoró el entorno natural y otorgó una fuente de frutos más agradables en el clima, frío y seco, así como también la preservación de plantas naturales.

1.1.4. Impactos ambientales

El impacto que ha tenido en la producción de plantas, así como en el crecimiento, en las zonas de gélidas y las heladas, como es la ciudad de Puno.



1.2. JUSTIFICACIÓN

La topografía peruana tiene muchas diversidades de climas, la región de Puno a una altitud. 3820 msnm, se tiene los climas muy extremos de friajes y heladas que afectan a las actividades agrarias (Rosas R., 2016). En ese sentido, se vio la necesidad de diseño de un mini invernadero para el crecimiento de las plantas que pueda modificar la temperatura y así hacer que no afecte el friaje y las heladas.

La presente investigación es factible, dado que se cuenta con los materiales, recursos económicos, material humano y la información necesaria, para que se lleve a cabo la investigación.

Este trabajo de investigación es útil metodológicamente, puesto que se podrá llevar a cabo distintos trabajos futuros usando la misma metodología compatible, de manera que es posible comparar entre periodos temporales concretos y poder evaluar los resultados con otros proyectos a futuro.

En el aspecto disciplinario, el estudio pretende contribuir a nivel nacional y en especial en la ciudad de Puno sobre la importancia en cultivos mediante mini invernaderos con control on/off para cultivos de fresas, como una mejora en la agricultura de la ciudad, mejorando la temperatura, humedad y poder medir el consumo de energía eléctrica.

Humedad: Es un factor esencial para el desarrollo de las plantas, ya que si hay un exceso genera la formación de enfermedades y si hay muy poca humedad genera daño de la producción, la mejor calidad de humedad debe encontrarse entre el 60 % y un 80 % según (Cardenas, 2022).



1.3. PREGUNTAS DEL PROBLEMA

¿Se podrá realizar el diseño e implementación de un mini invernadero con control on/off utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560, el cual permitirá el cultivo de fresas en la ciudad de Puno?

¿Es posible diseñar un mini invernadero con control climático on/off, que mida el consumo de energía eléctrica, utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, para la producción de cultivos de la fresa en la ciudad de Puno?

¿Es posible implementar un mini invernadero con control climático on/off utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, mejorará el crecimiento y la producción de la fresa en la ciudad de Puno?

1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

El diseño e implementación de un mini invernadero con control on/off utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, permitirá el cultivo de fresas en la ciudad de Puno.

El diseño de un mini invernadero controlará el clima de manera automatizada para medir el consumo de energía eléctrica

La implementación de un mini invernadero mejorará el crecimiento y la producción de la fresa, midiendo la temperatura y humedad, en la ciudad de Puno.

1.5. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un mini invernadero con control on/off utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, para el cultivo de fresas en la ciudad de Puno.



1.5.1. Objetivos específicos

- Diseñar un mini invernadero con control climático on/off para medir el consumo de energía eléctrica, para el cultivo de la fresa en la ciudad de Puno.
- Implementar un mini invernadero con control climático para medir la temperatura y humedad para la producción de la fresa en la ciudad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Invernaderos

Los invernaderos han sido un conocimiento importante para el cultivo de plantas desde que se crearon los invernaderos, permitiendo la producción masiva de algunos cultivos mediante el almacenamiento de calor, pero se enfrentan a una serie de problemas en su control y seguimiento, ya sea manualmente o por falta de economía o materiales, humanos o tecnológicos.

Por otro lado, Puno presenta un menor rendimiento agrícola de frutos comestibles debido a que los factores climáticos como las heladas y las lluvias no son favorables para la realización de cultivos.

Según (López-Pérez et al., 2005) los invernaderos son lugares cerrados hechos de PVC, plástico o microfilm para el cultivo de plantas agrícolas, que nos dejan cambiar y realizar seguimientos de la temperatura, humedad, irrigación, entre otras cosas más que afecta el clima dentro del invernadero, entre las principales características tenemos:

- La temperatura interna del mini invernadero no debe escaparse y debe ser muy resistente.
- Calentamiento rápido del material techo o forrado.
- Sistema de enfriamiento de manera óptima y eficiente, usualmente de manera manual.



- Iluminación de la luz ultravioleta correctamente para el cultivo.
- Resistente a bajas temperaturas, climas extremos como la helada, granizo o nevada.
- Bajo costo de elaboración y mantenimiento.

2.1.1.1. Tipos de invernaderos

2.1.1.1.1. Raspa y amagado

Este invernadero, usualmente construido con tubos galvanizados, cuenta con una muy buena ventilación, permite que se puedan abrir áreas en los cantos o bordes de las paredes. Este invernadero cuenta con una parte alta llamada RASPA y una parte baja llamada AMAGADO que se encarga unir con el suelo mediante una malla o plástico, así permite poner canales para el desagüe producto de las lluvias (Casierra et al., 2011).

2.1.1.1.2. Capilla

Conocido comúnmente como un agua o dos aguas dependiendo de la cantidad de caídas, es fácil construirlo. Su techo está formado por dos planos inclinados que ayudan a la rápida deposición del agua y así evitar el estancamiento o formación de charcos. A pesar de todo eso tiene problemas con la ventilación y por eso el ambiente generado dentro de este invernadero no es el adecuado para el cultivo de productos (Juárez-Rosete et al., 2007).

2.1.1.1.3. Túnel

Este invernadero es el ideal para la realización de cultivos, está formado por su estructura total de metal y cubierta en forma de túnel, su fabricación ha ido



en aumento, ya que tiene una gran iluminación, resiste a fuertes vientos y una buena automatización para el control climático. Al ser de forma semicircular o túnel, no permite que las lluvias se estanquen, al contrario, hace que fluyan más rápido, así protege a las plantas del interior y evita derramamientos, este diseño es considerado uno de los mejores diseños para la automatización y mejoras del microclima. (Rodriguez et al., 2017).

2.1.1.2. Control de factores climáticos en invernaderos

Los factores climáticos afectan bastante en el desarrollo de las plantas y en su cultivo, entre los factores tenemos la temperatura en (K o °C), la humedad, la radiación UV y el oxígeno, así como es importante tener una correcta humedad y nutrientes en la tierra para un correcto desarrollo de la producción. (Hernanz Hernanz, 2012).

2.1.1.3. Automatización de un mini invernaderos

Existen muchos criterios para controlar o automatizar un mini invernadero, depende mucho del agricultor, tipo de planta y variables planteadas, a continuación, se tomará los criterios más comunes.

2.1.1.3.1. Temperatura

Se trata de uno de los factores más relevantes, por no decir el más significativo para cualquier cultivo de plantas, es necesario tener la temperatura entre los (10 °C o 283.15 K) o (12 °C o 285.15 K) como mínimo y que no pase los 32 °C como máximo, así también tratar de evitar las heladas, ya que dañarían morfológicamente a las plantas, para realizar una automatización es muy recomendable esta variable (Guerrero Cano, 2013).



- Poner un ventilador de aire para sacar el aire caliente y así pueda ingresar el aire frío, esto se puede controlar mediante un controlador.
- Para que la temperatura suba poner un vaporizador o resistencia controlado por microcontrolador.

En la actualidad existen muchas investigaciones sobre los sistemas de control de temperatura, los sensores o equipos electrónicos que se utilizaron para la medición de la temperatura ambiente o mini invernadero, haciendo que haya mejorado bastante en esta tecnología, pero los sensores más económicos y comerciales para estos tipos de mini invernaderos son muy frágiles caso de que tienden a oxidarse o desgastarse rápidamente los sensores de humedad y temperatura, pero al tener una combinación bien distribuida de aire mejoramos el tiempo de vida del sensor.

2.1.1.3.2. Humedad relativa y de suelo

Se trata de la humedad relativa, que es la cantidad de agua que se encuentra en el ambiente, este factor puede influenciar bastante en la producción y cosecha de los frutos, este factor depende del tipo de planta que desees sembrar, cuando se realiza una automatización se pretende controlar tanto la humedad del suelo donde se encuentra la planta como también la humedad del ambiente.

Tenemos que tomar en cuenta que el exceso de humedad en la planta puede generar enfermedades como el aborto floral y también generar el secado de las hojas, si en el suelo se realiza una excesiva humedad podría generar la putrefacción y muerte de la planta (Tapia & Fries, 2007).

A continuación, se presenta las opciones de control para la humedad:



- Programación de riego de acuerdo a los datos dados por el sensor.
- Vaporizador para generar un efecto de lluvia dentro del mini invernadero y también tener la humedad del ambiente.

2.1.1.3.3. Radiación

La radiación del sol es muy importante en las plantas, para que generen el efecto de fotosíntesis, además les ayuda a crecer fuertes, en zonas donde no llega a ver luz solar o luz ultravioleta las plantas comienzan a tener un déficit de crecimiento y demoran más también presenta un crecimiento débil por eso es mejor y más recomendable tener una correcta radiación ultravioleta dentro del ambiente que se encuentra la planta (Chasiluisa, 2020):

Instalación de tiras led y focos ultravioleta para la iluminación controlados por un reloj para hacer el efecto de día y noche.

2.1.2. Exigencias agroclimáticas

2.1.2.1. Clima

El clima es el tiempo que hace normalmente en un lugar a lo largo de un periodo o meses, según (de Oliveira, 1999).

La fisiología es muy fuerte a los climas fríos, alcanzando climas tan bajos como $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 253.15 K , aunque las hojas se destruyen con temperaturas ligeramente inferiores a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 273.15 K , en el mismo ambiente, tiene la capacidad de aguantar temperaturas hasta de $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 328.15 K , las temperaturas óptimas para una crianza adecuada son $15\text{-}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $288.15\text{-}298.15\text{ K}$ en promedio por año.



Temperaturas inferiores a 12 °C o 285.15 K durante el crecimiento deforman el producto final por el frío, mientras que muy calientes pueden provocar un rápido crecimiento y maduración del fruto, lo que provoca que tome un tamaño pequeño para la venta.

La cantidad mínima de agua requerida es aproximadamente de 600 mm fluviales (Casierra et al., 2011), en riegos es necesario regar un aproximado de 2000 mm durante el cultivo de las fresas.

2.1.2.2. Suelo

El aporte del suelo, su composición física y su componente es un gran aporte para el crecimiento de la fresa. Es recomendable suelo equilibrado, en gran cantidad de materia orgánica, con buen sistema de filtración de agua, pero que tenga la capacidad de aguantar un poco de agua para que pueda absorber la fresa. El correcto aporte químico de los componentes que alimentan es un gran aporte para el crecimiento y posterior cosecha del producto. Los niveles disminuidos en los patógenos son muy necesarios para el cultivo (López-Pérez et al., 2005). La cantidad de tierra adecuada del suelo para la crianza de la fresa es:

- Un 50 % de arena de cuarzo.
- Un 20 % de tierra arcillosa.
- Un 15 % de tierra caliza.
- Un 5 % de productos orgánicos.

Definitivamente, un suelo rico en componentes arenoso o amplio-arenoso y parejo en la profundidad sería ideal para la crianza de nuestro proyecto.



2.1.2.3. Agua de riego

La fresa requiere de una buena cantidad de agua en la tierra a lo largo de la superficie donde se planta, así como en la pureza del agua, el cultivo experimenta una disminución en su rendimiento, a causa de una concentración de sales en el agua superior a 0,8 mmhos/cm. (Juárez-Rosete et al., 2007).

2.1.3. Crecimiento de la fresa

La evolución de la fresa depende de diferentes señales ambientales y fisiológicas que ayudan a responder a temas como el crecimiento, la agricultura y la composición del fruto. Algunos criterios esenciales para la floración de fresa: la floración. $23/18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $296.15/291.15\text{ K}$ (día/noche); acumulación de horas-frío $0-7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 273.15 o 280.35 K ; fotosíntesis $15-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $288.15-300.15\text{ K}$; crecimiento de la corona $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 281.15 K ; crecimiento de raíces $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 283.15 K ; detención del crecimiento $2-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $275.15-278.15\text{ K}$; muerte de yemas florales $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 273.15 K ; alteración de la floración $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 272.15 K y $>29\text{ }^{\circ}\text{C}$ 302.15 K ; daño total en flores $-270.15\text{ K }^{\circ}\text{C}$; daños en la corona y muerte de plantas $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 261.15 K .(Kirschbaum, 2021).

2.1.4. Solarización

La solarización se basa en tapar la superficie que se desea desinfectar, cuando ya esté fofo y mojado la tierra, se deja ahí durante 30 días o más en la temporada de máxima temperatura. Esto provoca la reducción de hongos, la reducción de enfermedades, también actúa sobre los insectos que habitan. (Nelson et al., 2015).



2.1.5. Riego

En climas normales, con las precipitaciones de la lluvia alrededor de 500 o 600 mm en la parte superficial del suelo, se calcula que es necesario aplicar alrededor de 350 mm en las precipitaciones lluviosas desde noviembre hasta junio, repartidos en riegos revisando que la tierra no se humedezca más de lo necesario, el método de goteo quedo descartado por las cintas perforadas o por el exceso de sudoración en la tierra. Pese a su corta duración, son permite tener un mayor control de los riegos, repartiendo el agua de manera uniforme a través de los raises, teniendo una mejor y continua humedad (Lugo et al., 2014).

2.1.6. Cobertura del aire, túnel y macro túnel

Para obtener la anticipación del crecimiento de la planta, se realiza un método de protección totalmente abrigado que tiene a realizar el oficio de mini invernadero, puede especificar en dos formas distintas.

Los túneles o también conocidos como micro túneles, el cual cubre un surco o caballón, están formados de una infraestructura en forma de arquillo de 6-8 mm de diámetro, hechos de hierro galvanizado, y unos 2 metros de longitud, según (Aliaga Mendoza & Quispe Bolaños, 2015).

Macro túnel, el cual llega a tener de 7 a 9 surcos o caballones, los arcos de hierro galvanizado son de 6-7 m de longitud y casi 3 m de altura, ofreciendo un mejor espacio para trabajar, mayor comodidad y una mejor protección (Mercado et al., n.d.).



2.2. **SENSORES ELECTRÓNICOS**

Son pequeños aparatos electrónicos capaces de evaluar magnitudes físicas como la temperatura, la humedad y otros factores, convertirlos en pulsos electrónicos que se pueden ver en una pantalla, existen muchos tipos de sensores en la actualidad, tenemos de temperatura, humedad, voltaje, etc. (Edwin Alonso Monje, 2019).

Los sensores de temperatura son empleados para evaluar la temperatura de una superficie, ya sea del aire o del cuerpo. Existe una variedad de sensores de temperatura (Cortes.V & Vargas.M, 2020).

Los sensores de humedad son los que miden el nivel del líquido o la humedad de un lugar específico, nos permite controlar la humedad de cualquier superficie, la medición que nos da el sensor se transforma en una señal eléctrica, analógica o digital según su funcionalidad del sensor (Cortes.V & Vargas.M, 2020).

2.2.1. **Energía eléctrica**

2.2.1.1. **Voltaje**

La tensión eléctrica es la cantidad de energía que está entre dos puntos de un circuito eléctrico. El hecho de haber una diferencia de potencial entre dos puntos del circuito es imprescindible para que la corriente circule entre ellos. El voltio es la unidad de tensión en el SI, pero a veces se pueden usar múltiples y submúltiplos del mismo. (Orza Couto, 2019).



2.2.1.2. Amperaje

La intensidad de la corriente es el número de electrones que se encuentran en un conductor durante un instante. En el SI, el Amperio (A) es la unidad (Orza Couto, 2019).

2.2.1.3. Potencia eléctrica

Se llama potencia eléctrica y se calcula la cantidad de energía que se consume o genera en un período de tiempo. Los aparatos de mayor potencia son aquellos que emiten más energía por un tiempo, y también consumen más energía. En el sistema SI, la unidad de potencia es el vatio (Orza Couto, 2019).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es cuantitativa, el cual nos ha ayudado a tener un mejor análisis de los datos obtenidos, así como también la realización del proyecto del mini invernadero con control on/off en la ciudad de Puno, según (Hernández Sampier, 2010) El método cuantitativo ha sido el más utilizado en estudios como la física, la química y la biología. En consecuencia, es más apropiado para las ciencias denominadas "exactas o naturales".

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño es experimental, los análisis utilizan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones en las variables independientes, con el propósito de evaluar los efectos sobre las variables dependientes en una situación de control, según (Hernández Sampier, 2010) el experimento consistió en el diseño e implementación del mini invernadero con un ambiente climatológico adecuado para el crecimiento de plantas, así como también controlar y medir el consumo de energía, temperatura y humedad, mediante el microcontrolador ATMEGA y sus módulos.

3.3. ÁMBITO DE ESTUDIO

El lugar de estudio fue ubicado en la Provincia de Puno. Los ensayos de laboratorio fueron en la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, la Facultad de Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno.



Lugar:

País: Perú.

Región: Puno.

Provincia: Puno

Distrito: Puno

Ubicación Geográfica:

Latitud: 15°82'-S.

Longitud: 70°01-O

Altitud: 3826 m.s.n.m.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. La población

Durante el período de diciembre 2022 a enero 2023, se investigaron y se obtuvieron 691,200 datos de temperatura, 691,200 datos de humedad y 691,200 datos de consumo de energía eléctrica. En la memoria micro SD se ha guardado la información sobre la población.

3.4.2. La muestra

La muestra, se requiere que todas las unidades de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas en una muestra, siendo necesario que sean aleatorias, al azar o probabilísticas. (Martínez Bencardino, 2012). Se ha empleado el método de muestra aleatoria para obtener los datos de la muestra se aplicó la siguiente fórmula.



$$n_{muestras} = 4 \%(poblacion)$$

En donde el 4% de las muestras es al criterio del investigador según (Martínez Bencardino, 2012) nos dice que el porcentaje de la muestra puede ser a criterio del investigador, pero no debe ser mayor al 10 % de la población.

Dicho esto nuestra muestra fue de:

$$n_{muestras} = 4 \%(691,200)$$

$$n_{muestras} = 27,648$$

Entonces nuestra muestra sé dé 27,648 datos de temperatura, 27,648 datos de humedad y 27,648 datos del consumo de energía.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Se ha mostrado la **Tabla 1** donde se da a conocer las técnicas y los instrumentos que se ha aplicado para cada objetivo de la investigación del mini invernadero.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos del proyecto de investigación

Objetivo general	Técnica	Instrumentos
Diseñar e implementar un mini invernadero con control on/off utilizando el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, para el cultivo de fresas en la ciudad de Puno.	Las técnicas de recolección de los datos pueden ser múltiples, observación, hoja de registro de datos(Hernández Sampier, 2010).	El instrumento que se ha utilizado fueron la ficha de observación, los sensores de temperatura, humedad, voltaje y también la memoria micro SD, en donde se almacenó los datos.
Objetivo específico	Técnica	Recolección de datos
Diseñar un mini invernadero con control climático on/off para medir el consumo de energía eléctrica, para el cultivo de la fresa en la ciudad de Puno.	Se ha diseñado un sistema donde el módulo pzem044t que en conjunto con el Arduino para tener los datos del consumo de energía del mini invernadero.	Para a recolección de datos se ha utilizado el microcontrolador ATMEGA, quien ha leído los datos y ha almacenado en la memoria micro SD cada cierto tiempo mientras el mini invernadero estaba en funcionamiento.
Implementar un mini invernadero con control climático para optimizar el crecimiento y la producción de la fresa en la ciudad de Puno.	Se ha implementado un sistema múltiple para el control del clima dentro del mini invernadero, para ello se utilizaron sensores de humedad y temperatura, así como los motores de bombeo de agua, resistencia, vaporizador y un ventilador, todo ello se controló mediante el microcontrolador Arduino.	

Elaboración propia.



3.6. VARIABLES

3.6.1. Variables dependientes

Se ha mostrado la **Tabla 2** en donde se ha observado las variables dependientes, su concepto, su dimensión y su indicador de medición.

Tabla 2

Variables dependientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	ÍTEMS
Crecimiento de la fresa.	Es la manera en la que tiene un aumento vegetativo, donde influye la temperatura, humedad, para que pueda aflorar y producir frutos la planta.	Tamaño del fruto	Milímetros mm

Elaboración propia.

3.6.2. Variables independientes

Se ha mostrado **Tabla 3** en donde se ha observado la variable independiente, su concepto, su dimensión y su indicador de medición.

Tabla 3

Variables independientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
Humedad de suelo.	Es la forma de medir la cantidad del agua que se ha encontrado dentro del suelo.	Cantidad de líquido o agua.	Porcentaje de líquido %
Humedad del ambiente.	Es la cantidad de agua que existe en él ambiente en forma de vapor.	Cantidad de agua en forma de vapor.	Porcentaje de líquido %
Temperatura ambiente.	Es la cantidad de calor que existe en el aire en un lugar cerrado.	Calor.	Kelvin
Consumo de energía eléctrica.	. Es la cantidad total de energía requerida para un proceso.	Kilovatio hora	Kilovatio hora kWh

Elaboración propia.



3.7. MÉTODO A TRAVÉS DE LAS CUALES SE OBTUVO LA INFORMACIÓN

3.7.1. Validación del modelo

Se ha utilizado las técnicas de recolección de datos, observación y hoja de registros, para poder probar, realizado mediante la identificación de prueba y omisión que inevitablemente se presenta cuando se ha realizado la construcción del modelo(Hillier & Hillier, 2008).

3.8. MATERIALES

Se utilizó los siguientes materiales.

- Sensor de humedad del suelo LM393.
- Bomba de agua de 12 vdc.
- Sensor DHT22(sensor de humedad y temperatura del ambiente).
- Vaporizador a 220 Vac.
- Varillas de cobre.
- Ventilador a 12 Vdc.
- Módulo reloj DS1307 (módulo en tiempo real para Arduino).
- Módulo micro SD (módulo para Arduino).
- Módulo pzem004t (módulo para medir la energía para Arduino).
- Luces led de tipo uv de 5 Vdc.
- Módulo relé para Arduino.

- Arduino ATMEGA.

3.9. PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Se ha probado que las observaciones provienen de una función de distribución acumulada F_0 para poder aprobar o desaprobar la hipótesis teniendo datos mayores a 50, esto se puede realizar mediante la siguiente metodología.

Paso 1. Ordenar las n observaciones en forma no decreciente.

Paso 2. Calcular los valores de la distribución teórica propuesta F_0 , para los valores \tilde{x}_n

Paso 3. Calcular el estadístico de prueba K-S donde la ecuación D es la máxima discrepancia de ambas como se muestra en la ecuación 1, dado por:

$$D = \max\{D^+, D^-\} \quad (1)$$

Donde en la ecuación 2 donde D^+ es la distribución mayor, también se muestra la ecuación 3.

$$D^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{i}{n} - F_0(\tilde{x}_i) \right\} \quad (2)$$

$$D^- = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ F_0(\tilde{x}_i) - \frac{i-1}{n} \right\} \quad (3)$$

Paso 4. Con el valor del tamaño de muestra y nivel de significancia dado, determinar el valor del estadístico de tablas $D_T(n, \alpha)$. Por último, aplicar la regla de decisión.

Rechazar H_0 : x 's tiene un comportamiento F , al nivel de significancia α , si $D > D_T(n, \alpha)$.



En caso contrario, se concluye que, con la muestra presentada y un nivel de significancia α , no existen evidencias para rechazar H_0 .

Se ha realizado dos experimentos en donde se tuvo las variables de:

Consumo de energía eléctrica la cual tuvo como hipótesis nula $>10\text{kwh}$, y la hipótesis alterna $<10\text{Kwh}$.

Temperatura del ambiente tuvo como hipótesis nula $>20^\circ\text{C}$, y la hipótesis alterna $<20^\circ\text{C}$.

Humedad del ambiente tuvo como hipótesis nula $>80\%$, y la hipótesis alterna $<80\%$. Humedad del suelo uvo como hipótesis nula $>80\%$, y la hipótesis alterna $<80\%$.

3.10. METODOLOGÍA

3.10.1. Metodología para el primer objetivo específico

La primera finalidad que tenemos es elaborar un mini invernadero con control climático on/off, evaluando el consumo de energía eléctrica y la producción de fresas en la ciudad de Puno. Se tomó en cuenta el método propuesto por (Fernández et al., 2010) en el que se indica que: establecer la condición de diseño, creación de esquemáticos, simulación, montaje y prueba.

- Implementación de la maqueta del mini invernadero.
- Se realizó el diseño, programación y construcción del mini invernadero para medir el consumo de energía eléctrica.
- Se realiza la medición de la variable de consumo de energía eléctrica.

3.10.1.1. Implementación de la maqueta del mini invernadero

Se ha procedido a la realización mediante el corte de vidrio y aluminio, que unido por pernos y el vidrio pegado con silicona, es capaz de cerrar el ambiente de forma herméticamente, teniendo una forma de casa, como se muestra en la **Figura 1**, cuyas medidas son de 60 cm de ancho 40 cm y de alto 80 cm.

Figura 1

Maqueta del mini invernadero.



Elaboración propia.

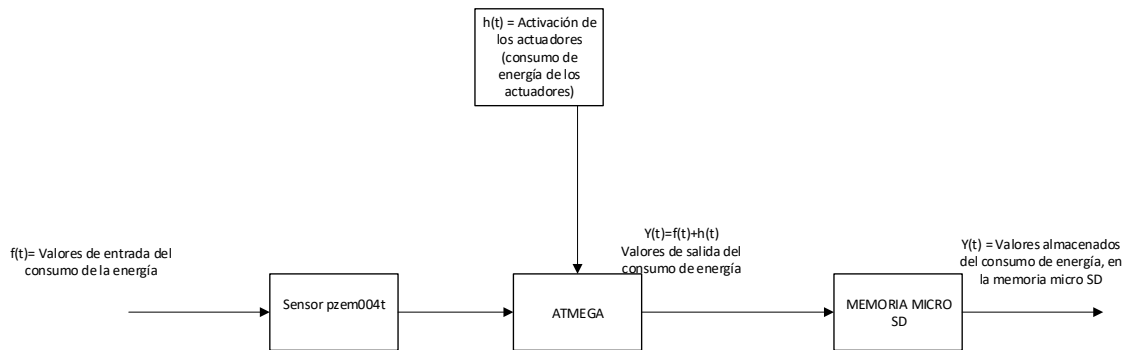
3.10.1.2. Diseño, programación y construcción del mini invernadero para medir el consumo de energía eléctrica

Se llevó a cabo un sistema de lazo abierto donde el microcontrolador ATMEGA quien fue el encargado de encender y apagar los dispositivos, seguido de medirse mediante el sensor pezem 004t, y posteriormente, se ha procesado los datos y se almacenado en la memoria micro SD como se muestra en la **Figura 2**, en donde la variable de entrada fue el consumo de la energía representado por un

$f(t)$, en donde $h(t)$ es el valor del consumo de cuando estén activos los actuadores, la suma de los valores de $f(t)+h(t)$ dará la variable de salida, que fue el consumo del mini invernadero activando los dispositivos representado $y(t)$.

Figura 2

Diagrama de lazo cerrado para medir el consumo de energía eléctrica

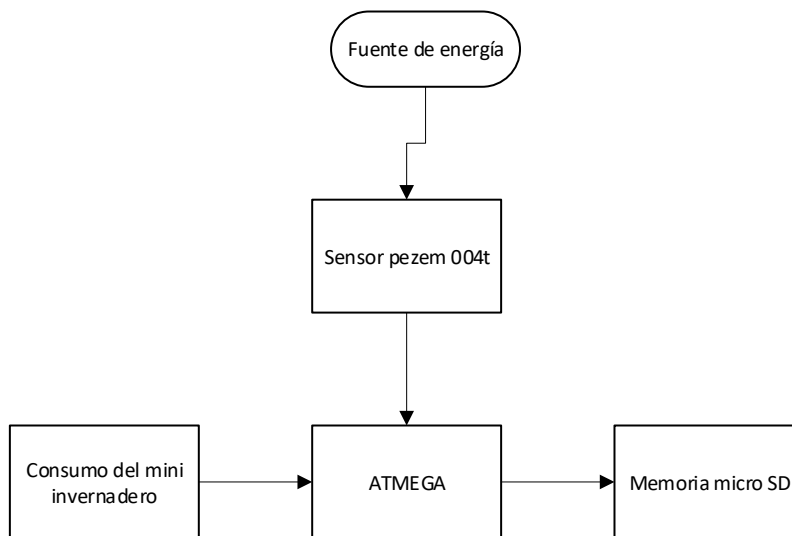


Elaboración propia.

Se ha realizado la programación en el microcontrolador ATMEGA para la medición del sensor pzem004t, el cual se ha encontrado en el ANEXO 1, responsable de medir la energía eléctrica, así como el módulo micro SD para almacenar los datos recolectados por el sensor pzem004t. En la **Figura 3** se muestra el diagrama de flujo de la medición del consumo de energía a través del sensor pzem004t.

Figura 3

Diagrama de flujo del sistema de medición del consumo de energía.

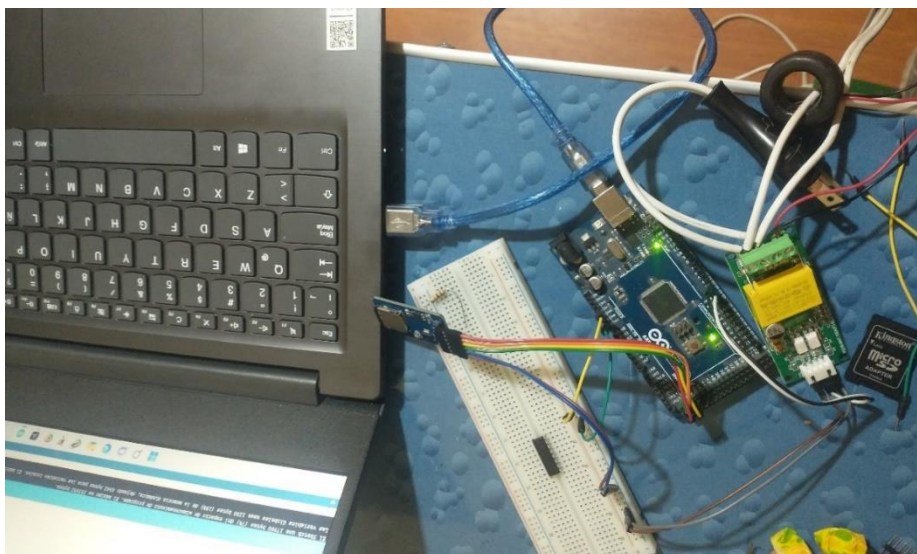


Elaboración propia.

Posteriormente, se ha procedido a la implementación del módulo pzem 004t, Arduino y una memoria micro SD con el fin de obtener los datos de la muestra (ver **Figura 4**).

Figura 4

Imagen de las conexiones de la memoria micro SD.



Elaboración propia.



3.10.1.3. Realiza la medición de la variable de consumo de energía eléctrica.

Una vez que el módulo pzem 004t y el módulo micro SD se han armado y programado correctamente en la maqueta del mini invernadero, se comenzó a tomar los datos y almacenarlos en la memoria micro SD.

3.10.2. Metodología para el segundo objetivo específico

El segundo objetivo específico que tenemos en este proyecto es Implementar un mini invernadero automatizado para facilitar el crecimiento de las fresas y la producción en la ciudad de Puno, según (López-Pérez et al., 2005) nos dice que los mini invernaderos nos dejan cambiar y realizar seguimiento de la temperatura, humedad, irrigación e iluminación.

Se realizaron en tres etapas:

Primera etapa: sistema de control de humedad del suelo.

Segunda etapa: sistema de control de humedad y temperatura del ambiente.

Tercera etapa: sistema de control del mini invernadero.

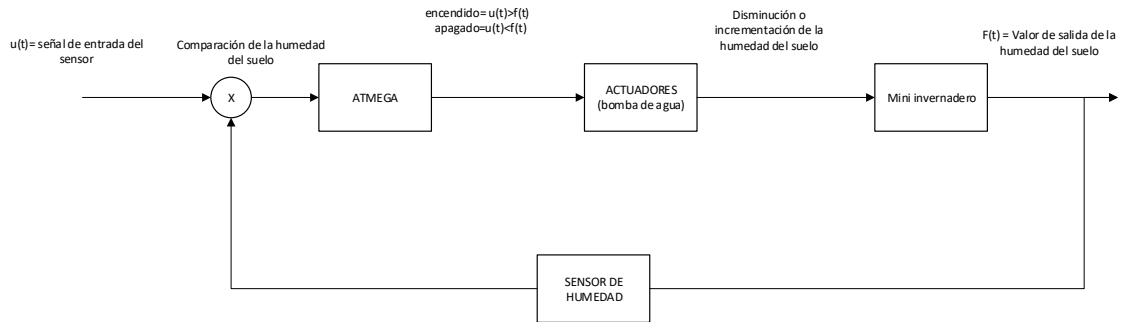
3.10.2.1. Primera etapa: sistema de control de humedad del suelo

En la etapa inicial del sistema de control de humedad del suelo, se ha presentado un sistema de lazo cerrado (ver **Figura 5**), en el cual el sensor enviará la señal de entrada $u(t)$ que fue la humedad del suelo antes de activar o desactivar a la bomba de agua y la señal de salida $F(t)$ fue la señal después de activar la bomba de agua, para que pueda realizar la comparación el microcontrolador IDE

ARDUINO, con el propósito de permitir la activación o desactivación del actuador que fueron la bomba de agua y así modifico la humedad del suelo.

Figura 5

Sistema de lazo cerrado del sistema de control de humedad del suelo.

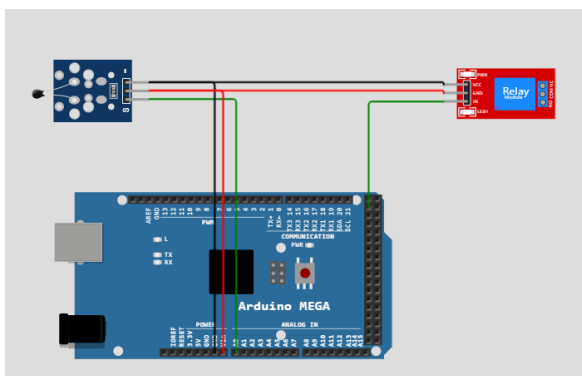


Elaboración propia.

En esta fase, se reconoció al microcontrolador ATMEGA como el cerebro que controló el mini invernadero. Se procedió a simular el sensor de humedad del suelo YI-96 como se muestra en la **Figura 6**, programar como se muestra en el ANEXO 2.

Figura 6

Simulación del sistema de humedad ambiente.



Elaboración propia.

Posteriormente se ha conectado el módulo sensor de humedad del suelo YI-96, tal como se evidencia en la Figura 7. Tras todo esto, se ha realizado la prueba mediante un envase lleno de agua para verificar si el funcionamiento del módulo mojado el sensor YI-96 con un valor de 100% y seco con un valor de 0%, tal como se puede apreciar en la **Figura 7**.

Figura 7

Evidencias del sistema de humedad del ambiente



Elaboración propia.

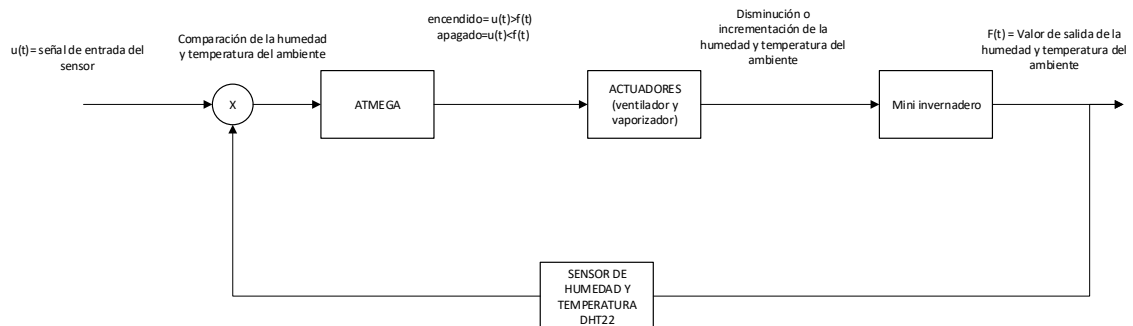
Tras constatar que el sistema de humedad del suelo se ha encontrado en óptimas condiciones, se procedió a conectar los actuadores para controlar la bomba de agua de 12v para llevar a cabo la irrigación.

3.10.2.2. Segunda etapa: sistema de control de humedad y temperatura del ambiente

En la segunda etapa, el sistema de control de humedad y temperatura del ambiente, disponemos de un sistema de lazo cerrado (ver **Figura 8**) en el que el sensor enviará la señal de entrada $u(t)$ que vendría hacer la humedad del invernadero y la variable de salida sería $F(t)$ que representa a la humedad del sistema después de activar los actuadores, se ha realizado la comparación en el microcontrolador ATMEGA para que pueda activar o desactivar a los actuadores que fueron el vaporizador y el ventilador, de esta forma, se ha variado la temperatura del ambiente o humedad del ambiente .

Figura 8

Sistema de lazo cerrado del sistema de control de humedad del suelo.

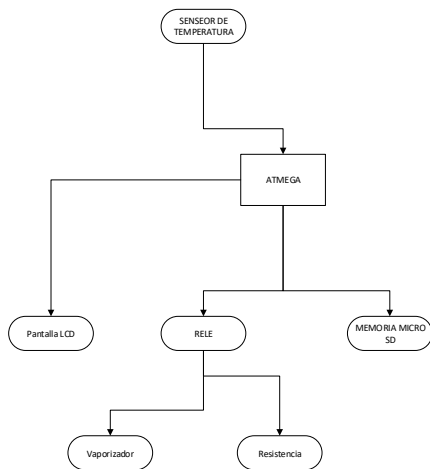


Elaboración propia

En la segunda fase, se ha procedido a la programar el sensor DHT22, el cual se ha encargado de medir la temperatura y humedad del ambiente. La programación se ha encontrado en el ANEXO 3, donde está realizado el diagrama de flujos del sistema de temperatura del ambiente como se ha mostrado en la **Figura 9**.

Figura 9

Diagrama de flujo del sistema de temperatura y humedad.

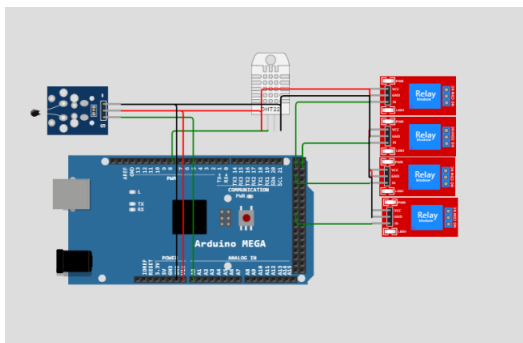


Elaboración propia

Se llevo a cabo la simuló del circuito utilizando, el microcontrolador ATMEGA, quien se ha encargado de recibir la señar del sensor DHT22 y enviar las señas a los relés para que hayan podido activar o desactivar los actuadores que fueron un ventilador y un vaporizador, tal como se pudo apreciar en la **Figura 10**, donde se ha controlado un ventilador y un vaporizador.

Figura 10

Simulación del sensor dht22



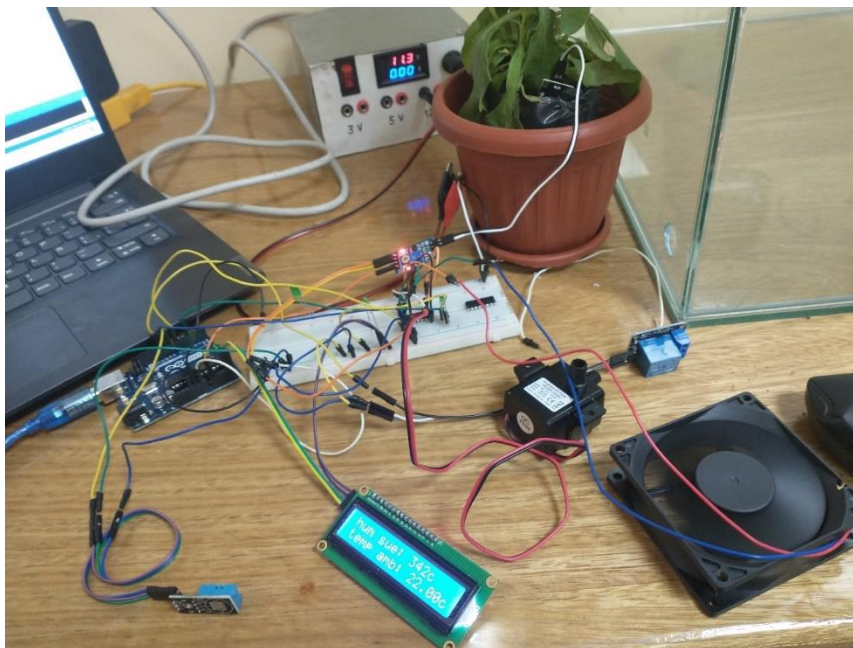
Elaboración propia

Se ha comenzado a implementar el circuito para poder probar su funcionamiento utilizados dos LED. Para ellos, se ha comenzado a calentar el sensor de manera manual con la temperatura humana.

Tras haber llevado a cabo la evaluación de su funcionamiento, se ha procedido a incorporar los actuadores que se han encargado de variar la temperatura y humedad, los cuales fueron el ventilador, el vaporizador, tal como se ha podido apreciar en la **Figura 11**, que se ha empleado para disminuir la temperatura y la humedad del entorno del mini invernadero donde se ha encontrado las fresas.

Figura 11

Prueba del sistema del ventilador girando



Elaboración propia

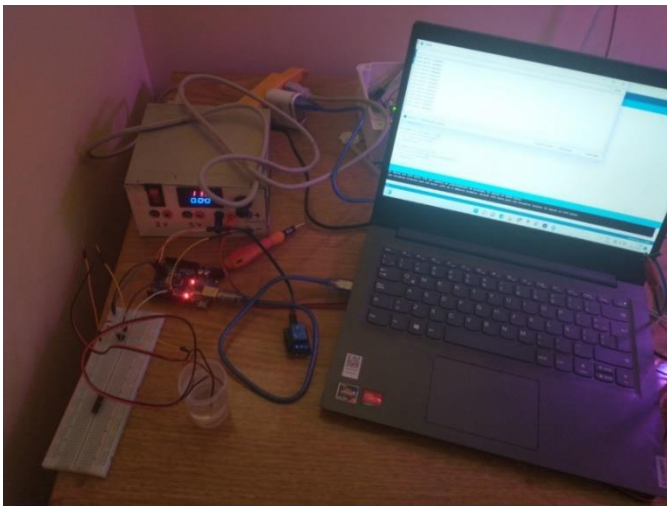
Se ha determinado la necesidad de instalar un sistema de nivel de agua que ha medido la cantidad de agua en el tanque del vaporizador, y se ha optado por instalar un sistema de encendido y apagado. En el circuito hay un pulsador, que

cuando el agua llegó al nivel más alto, realice una conexión del pulso eléctrico, debido a su alta conductividad dieléctrica del agua.

Se ha empleado barreras de cobre que han medido el nivel del agua y ha podido enviar un pulso a través del agua. Se ha mostrado la prueba del nivel del agua mediante un recipiente pequeño en el que se ha introducido dos cables, uno en la base y otro en la parte alta como se muestra en la **Figura 12**. Cabe precisar que la programación se ha encontrado en el ANEXO 4.

Figura 12

Prueba del nivel del agua mediante un recipiente pequeño



Elaboración propia

Se ha llevado a cabo las pruebas con los sensores de temperatura y humedad (Y1-96 y DHT22), se ha constatado la necesidad de incorporar una pantalla LED que ha mostrado los datos, obtenidos de los sensores, y ha facilitado la visualización de los datos. Asimismo, se ha destacado la programación se ha encontrado en los ANEXO 5.

Se ha llevado a cabo la instalación del sistema de iluminación mediante tiras de luz ultravioleta, ya que el proyecto se ha encontrado en un ambiente

cerrado en donde no ha entrado los rayos del sol como se muestra en la (**Figura 13**), con el objetivo se ha logrado un crecimiento adecuado de las fresas dentro del mini invernadero.

Figura 13

Sistema de luz UV para el crecimiento de la planta.



Elaboración propia

Tras instalado el sistema de luz ultravioleta, se ha requerido la instalación de un módulo de reloj, que ha permitido la regulación del tiempo de la luz y crear un efecto natural en el mini invernadero. Se ha programado un módulo reloj en el ANEXO 6 para que la planta haya descansado y tener un efecto más natural en el invernadero.

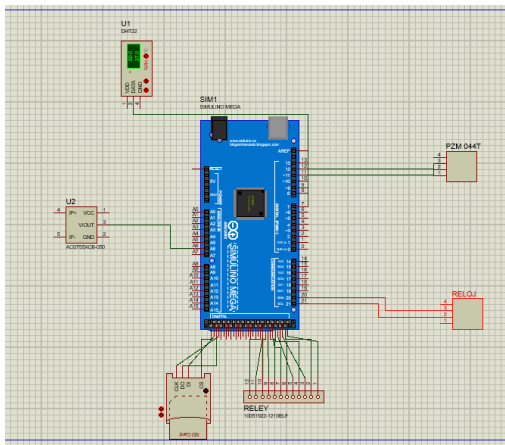
Tras haber efectuado la simulación y ejecución de la programación en el ide Arduino, se ha implementado el módulo reloj, el cual es encargado de simular el día y la noche para que la planta pueda descansar.

3.10.2.3. tercera etapa: sistema de control del mini invernadero

Tras haber implementado el sistema de temperatura del ambiente, humedad del ambiente y humedad del suelo, se ha procedido a la simulación de todos los sistemas conjuntos previamente mencionados, tal como es apreciado en la **Figura 14**; y ensamblado en la maqueta para su funcionamiento. Para ello fue llevado a cabo las pruebas en el mini invernadero con la programación.

Figura 14

Simulación del proyecto del mini invernadero



Elaboración propia

Una vez que la tesis ya estaba completa, se ha llevado la prueba del funcionamiento con la planta como se ha mostrado en la **Figura 15**, lo cual ha permitido encontrar diversas deficiencias, como las conexiones o la sulfatación de los componentes con el tiempo. En el caso del sensor de humedad, también se ha encontrado la falla de la desconexión de suministro de luz en las noches, lo cual ha generado que el sistema se detenga o variara en el voltaje durante el tiempo.

Tras haber corregido las fallas del sistema, se ha llevado a cabo la ejecución del proyecto, lo cual se ha obtenido los datos.

Figura 15

Imágenes del proyecto culminado.



Elaboración propia.

3.11. DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

3.11.1. Primer experimento

El primer experimento se ha llevado a cabo para el primer objetivo específico que nos dice diseñar un mini invernadero con control climático on/off para medir el consumo de la energía eléctrica, para el cultivo de las fresas en la ciudad de Puno. Cuyo experimento se ha realizado en una maqueta que tiene forma de casa cuyas medidas fueron 60cm de ancho, 40cm de largo y 80 cm de alto, para medir el consumo de energía eléctrica utilizado el sistema de lazo cerrado, para el microcontrolador ATMEGA que junto al sensor PZEM 004t se ha logrado medir el consumo de la energía eléctrica los cuales fueron almacenados en una memoria micro SD.

3.11.2. Segundo experimento

El segundo experimento se ha llevado a cabo para el segundo objetivo específico en donde nos dice que debemos implementar un mini invernadero con



control climático para medir la temperatura y humedad para la producción de fresas. Se ha realizado en tres etapas.

La primera etapa se ha constituido del sistema de control de humedad del suelo en donde se ha utilizado un sistema de lazo cerrado el cual el sensor Y1-96 envió las señales al microcontrolador ATMEGA el cual se ha encargado de enviar los pulsos de encendido o apagado al rele para que puedan activar a los actuadores que vendría a ser la bomba de agua.

En la segunda etapa se ha realizado el sistema de control de humedad y temperatura del ambiente, utilizando el sistema de lazo cerrado, donde el sensor DHT22 ha enviado la señal de temperatura y humedad del ambiente, hacia el micro controlador ATMEGA, para poder activar o desactivar a los actuadores que fueron el ventilador y el vaporizador.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

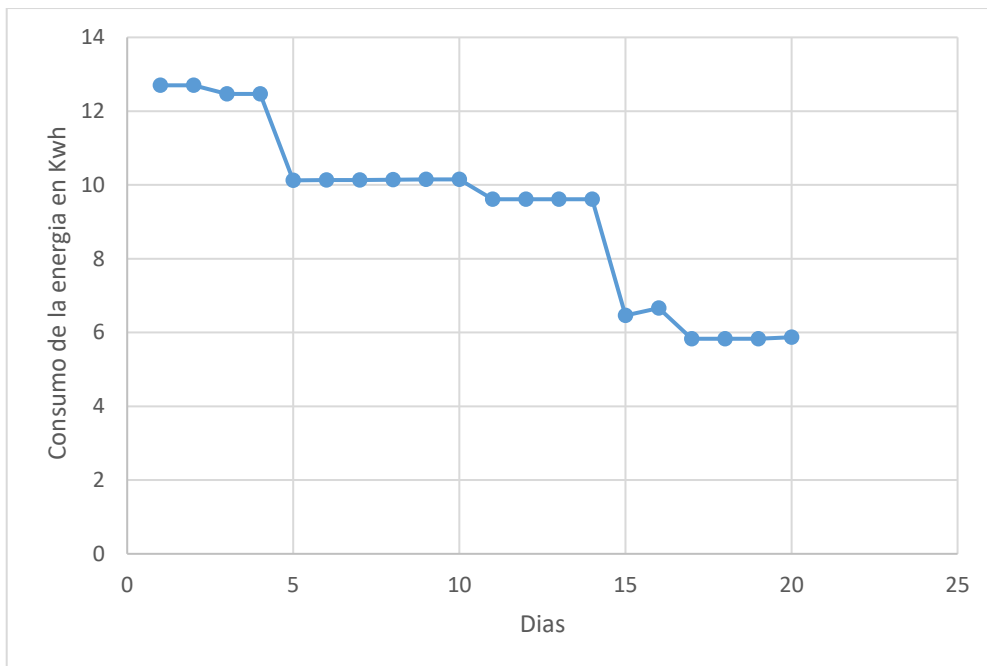
4.1. RESULTADOS DEL PRIMER EXPERIMENTO

4.1.1. Datos obtenidos de la electricidad del mini invernadero

Se ha mostrado los datos obtenidos del consumo de energía eléctrica en la **Figura 16** las cuales fueron obtenidos por el método de muestreo aleatorio, mediante la aplicación de Excel y son mostrados en forma de gráfica, se tomaron en un periodo de 20 días.

Figura 16

Consumo de energía eléctrica



Elaboración propia



4.1.2. Prueba estadística para el primer experimento

Se ha llevado a cabo una prueba de Kolmogorov-Smirnov Tabla 4 corroborado la hipótesis del consumo de energía eléctrica. Verificado los resultados, se ha determinado la variable medida del consumo de energía eléctrica, cuya hipótesis nula (H_0) es superior a 10 kWh, mientras que la hipótesis alterna (H_A) es inferior a 10 Kwh.

Tabla 4

Prueba estadística Kolmogorov-Smirnov para el primer experimento

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Consumo de la energía
N		27641
Parámetros normales ^{a,b}	Media	874,9545
	Desv.	222,09352
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,511
	Positivo	,363
	Negativo	-,511
Estadístico de prueba		,511
Sig. asintótica(bilateral)		,000 ^c
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		

Elaboración propia



Como se ha evidenciado en el cuadro previo del t experimental, la hipótesis nula se ha rechazado quedando con la hipótesis alterna, lo que implica que el promedio del consumo de energía no fue superior a los 10 kWh.

4.2. DISCUSIÓN DEL PRIMER EXPERIMENTO

Se ha diseñado un mini invernadero hecho de vidrio, de tipo capilla, en donde se ha medido la variable de consumo de energía eléctrica, según (Juárez-Rosete et al., 2007) nos ha dicho que tiene la forma en el techo de dos planos inclinados y que no es ideal para el cultivo. Cuyo resultado no han coincidido, ya que se ha logrado criar fresas dentro del mini invernadero de tipo capilla.

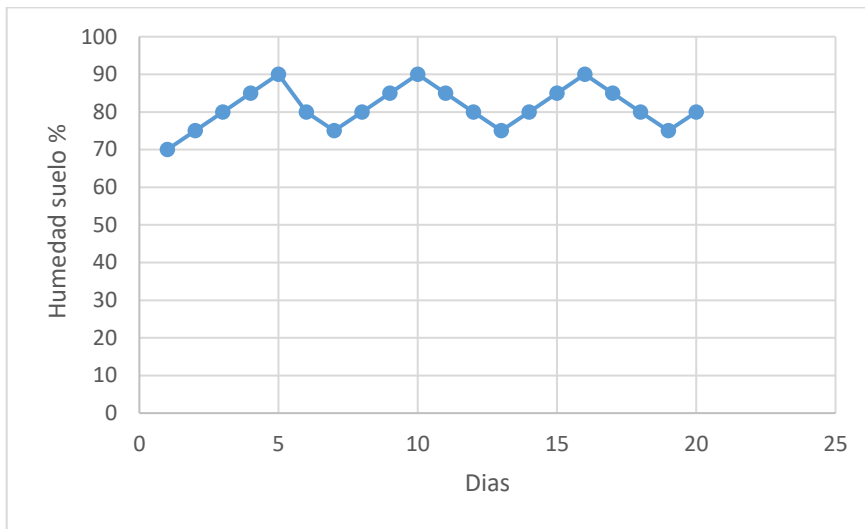
El sensor PZEM 004t nos mostró los valores de consumo de energía, como se ha mostrado en la figura 16. Según (Orza Couto, 2019), nos ha dicho que el voltaje es la diferencial de la potencia entre los dos puntos, el amperaje es la carga eléctrica que circula a través del conductor.

4.3. RESULTADOS DEL SEGUNDO EXPERIMENTO

Se ha presentado los datos obtenidos de la humedad del suelo, en la **Figura 17**, los cuales fueron obtenidos mediante el método de muestreo aleatorio, empleado la aplicación Excel.

Figura 17

Diagrama de la humedad de la planta.

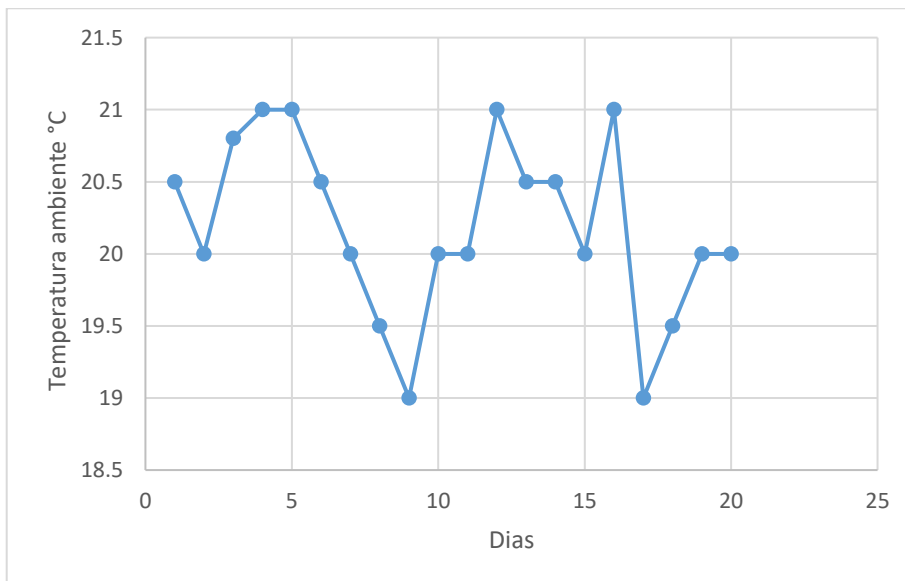


Elaboración propia

Se ha presentado los datos obtenidos de la temperatura ambiente **Figura 18**, los cuales fueron obtenidos mediante el método de muestreo aleatorio, empleado la aplicación Excel.

Figura 18

Diagrama de la temperatura del ambiente

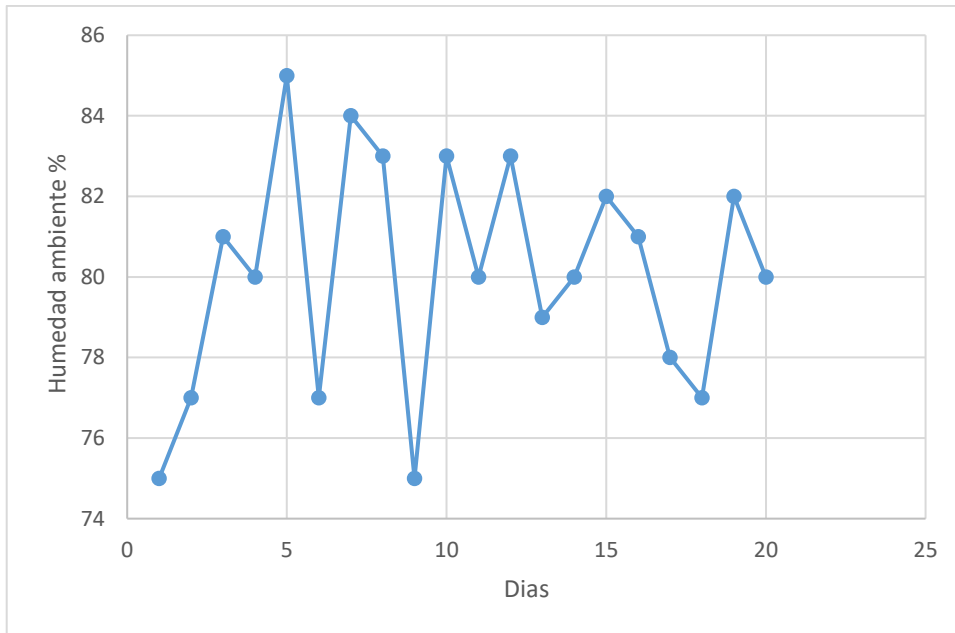


Elaboración propia

Se ha mostrado los datos obtenidos de la humedad ambiente, **Figura 19**, los cuales fueron obtenidos mediante el método de muestreo aleatorio, empleado la aplicación Excel.

Figura 19

Diagrama de la humedad del ambiente



Elaboración propia

4.3.1. Datos obtenidos de la fresa

La estancia de cultivo de fresa en el mini invernadero fue compuesta por dos fresas y dos fresones, sin embargo, la cantidad producida de fruto, que se ha efectuado en un lapso de aproximadamente 15 días desde la floración hasta la cosecha como se mostrado en la Tabla 5.



Tabla 5

Crecimiento de la fresa

	Cantidad de fresas	Tamaño
DÍA 1	Floración	
DÍA 2	Crecimiento de la planta	0-20 mm
DÍA 3	Crecimiento de la planta	0.20-23 mm
DÍA 4	Crecimiento de la planta	23-25 mm
DÍA 5	Crecimiento de la planta	25-28 mm
DÍA 6	Crecimiento de la planta	28-30 mm
DÍA 7	Crecimiento de la planta	30-35 mm
DÍA 8	Crecimiento de la planta	35-38 mm
DÍA 9	Crecimiento de la planta	40-44 mm
DÍA 10	Enrojecimiento	44-46 mm
DÍA 15	Cosecha	50-55 mm
DÍA 20	Floración	
DÍA 25	Enrojecimiento	44-46 mm
DÍA 30	Cosecha	50-55 mm
DÍA 35	Floración	
DÍA 40	Enrojecimiento	44-46 mm
DÍA 45	Cosecha	50-55 mm
DÍA 50	Floración	
DÍA 55	Enrojecimiento	44-46 mm
DÍA 60	Cosecha	50-55 mm

Elaboración propia.



4.4. PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL SEGUNDO EXPERIMENTO

Se ha llevado tres pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov para las 3 variables que son la humedad del suelo, la humedad del ambiente y la temperatura ambiente, que se ha presentado a continuación.

4.4.1. Prueba kolmogorov-smirnov para la humedad del suelo

Se ha llevado a cabo una prueba Kolmogorov-Smirnov en la Tabla 6 corroborado la hipótesis de un 80 % de humedad para el óptimo crecimiento de la fresa y la producción, dado que la planta de la fresa tiende a consumir una gran cantidad de agua, la hipótesis nula (H_0) fue mayor al 80% de humedad del suelo, y la hipótesis alterna (H_A) es menor a 80% de la humedad del suelo.

Tabla 6

Prueba estadística para la humedad del suelo

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Energía
N		27641
Parámetros normales ^{a,b}	Media	938,1879
	Desv.	7,47532
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,154
	Positivo	,124
	Negativo	-,154
Estadístico de prueba		,154
Sig. asintótica(bilateral)		,000 ^c
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		

Elaboración propia.

Como se ha mostrado en el cuadro anterior del t experimental, la hipótesis nula se ha encontrado dentro de la región de rechazo, es decir, que se ha tomado la hipótesis alterna que la humedad del suelo no fue superior al 80 %.

4.4.2. Prueba kolmogorov-smirnov para la temperatura ambiente

Se ha llevado a cabo una prueba Kolmogorov-Smirnov en la Tabla 7, corroborado la hipótesis nula (H_0) es mayor a 20 °C, y la hipótesis alterna (H_A) es menor a 20 °C, para el óptimo crecimiento de la fresa y producción, dado que la planta requiere una temperatura adecuada para el crecimiento y producción de la fresa.

Tabla 7

Prueba Kolmogorov-Smirnov para la temperatura ambiente

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Humedad de la planta.
N		27641
Parámetros normales ^{a,b}	Media	389,2072
	Desv.	32,23910
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,197
	Positivo	,121
	Negativo	-,197
Estadístico de prueba		,197
Sig. asintótica(bilateral)		,000 ^c
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		

Elaboración propia.

Como se ha evidenciado en el cuadro previo del t experimental, la hipótesis no se ha encontrado en la región de rechazo, lo que implica que el promedio de temperatura difícilmente supere los 20 °C.

4.4.3. Prueba kolmogorov-smirnov para la humedad del ambiente

Se ha llevado a cabo una prueba de Kolmogorov-Smirnov en la Tabla 8, comprobado la hipótesis nula (H_0) es mayor al 80 %, y la hipótesis alterna (H_A) es menor a un 80 % de humedad, para el optimizado del crecimiento de la fresa y la producción, para que las hojas y flores puedan hidratarse y así no secarse o decolorarse.

Tabla 8

Prueba Kolmogorov-Smirnov para la humedad del ambiente

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Humedad ambiente
N		27641
Parámetros normales ^{a,b}	Media	91,5869
	Desv. Desviación	9,99796
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,220
	Positivo	,200
	Negativo	-,220
Estadístico de prueba		,220
Sig. asintótica(bilateral)		,000 ^c
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		

Elaboración propia.



4.5. DISCUSIÓN DEL SEGUNDO EXPERIMENTO

Se ha determinado que para implementar el mini invernadero se ha necesitado tener en cuenta los factores de humedad, temperatura, según (Hernanz Hernanz, 2012), nos dice que los factores climáticos como es la temperatura, humedad, radiación son importantes para el crecimiento de la planta. Este resultado es idéntico a los alcanzados, ya que debido a la falla de temperatura se produjo la muerte de la planta de prueba.

El sistema de control del mini invernadero se ha realizado mediante un lenguaje de programación para el control, lo cual nos permitió mantener un clima de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 293.15 K con un margen de error de 2.4, que no ha afectado a los cultivos, dentro del clima ideal para el cultivo de fresas, la temperatura ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 293.25 K), la humedad (80 %) y la iluminación de la luz mediante tiras de LED ultravioleta e irrigación mediante el sistema de bombeo de agua. Según (Guerrero Cano, 2013) nos dicen que los factores climáticos han tenido en cuenta son la temperatura mínima de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 283.15 K a $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 285.15 K y máxima de $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ o 305.15 K , la humedad, la radiación UV y el oxígeno. Este resultado se debe a que los datos obtenidos se han encontrado en concordancia con los parámetros establecidos por el autor guerra cano.

Alcanzado un crecimiento óptimo de la fresa, es imperativo que se ajuste a la temperatura o a cambios bruscos, tal como se indica en (Kirschbaum, 2021). Según (Kirschbaum, 2021), la temperatura no ha tenido cambios bruscos, ya que esto podido ocasionar la muerte de la planta. Este resultado ha coincidido con el autor, puesto que la temperatura se ha mantenido en los parámetros y de esta forma se ha obtenido una afloración, producción y posterior cosecha, como se muestra en la tabla 5.



V. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado e implementado un mini invernadero, utilizado el lenguaje de programación en C++, utilizado el microcontrolador ATMEGA 2560 REV3, obtenido el cultivo de fresas en la ciudad de Puno.
- Se ha diseñado el mini invernadero con control climático on/off mediante el uso del microcontrolador ATMEGA 2560 REV3 y el sensor pezem 004t, y se ha calculado el consumo de energía eléctrica del mini invernadero, alcanzado el máximo de 10 kWh.
- Se ha llevado a cabo la construcción de un mini invernadero con control climático que ha mejorado el crecimiento y producción de la fresa en la ciudad de Puno. Este proyecto se ha realizado en un lapso de 20 días desde la afloración, crecimiento, maduración y cosecha de la fresa. En el mini invernadero, en la ciudad de Puno, se ha logrado un ambiente adecuado para el crecimiento de la fresa, mediante la medida de la temperatura (22 °C), la humedad del ambiente (80 %) y la humedad del suelo (80 %).



VI. RECOMENDACIONES

- En el mini invernadero con control on/off se recomienda la mayor producción y crianza, de planta que no pueden desarrollarse en clima como es la ciudad de Puno, que se ha encontrado dentro de la cordillera de los Andes.
- Se recomienda realizar proyecto para poder independizar el mini invernadero, ya que, con el dato obtenido de el voltaje, amperaje, factor de potencia, potencia, consumo de energía se puede realizar generadores de energía eléctrica que independicen al mini invernadero.
- Realizar con mayor frecuencia y este tipo de estudio y para poder mejorar e incentivar la agricultura dentro del domicilio o casa sin tener mucho cuidado y poder generar ingresos ya sean saludable o económico para la persona.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Mendoza, G., & Quispe Bolaños, P. R. (2015). SISTEMA DE CONTROL DE LA HUMEDAD RELATIVA PARA UN INVERNADERO UTILIZANDO EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE. In *Repositorio Institucional - UNH*.
- Cardenas, A. (2022). Planeamiento de un cultivo cítrico. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*.
- Casierra, F., Peña, J., & Ulrichs, C. (2011). Crecimiento y eficiencia fresa Rev. C.A Act. & Div. Cient, 14(2).
- Chasiluisa, R. (2020). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL MICROCLIMA DE UN INVERNADERO PARA EL CANTÓN PENIPE-CHIMBORAZO. In *Orphanet Journal of Rare Diseases* (Vol. 1, Issue 1).
- Cortes.V, & Vargas.M. (2020). DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES MEDIANTE IOT EN LOS CULTIVOS URBANOS DE LA FUNDACION MUJERES EMPRESARIAS MARIE POUSSEPIN. In *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES*.
- de Oliveira, A. (1999). Fundamentos De Meteorologia E Climatologia. *Fundamentos De Meteorologia E Climatologia*.
- Edwin Alonso Monje. (2019). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA REGULAR LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE DIÓXIDO DE CARBONO AL INTERIOR DE UN MICRO CLIMA FUNDAMENTADO EN UN MODELO DINÁMICO.
- Fernández, C. J. J., Ojeda, A. L., & León De Mora, C. (2010). Metodología de diseño electrónico dentro de prácticas obligatorias de laboratorio electronic design methodology in lab experiments. *Revista de Medios y Educación*, 37.



- Guerrero Cano, M. (2013). Control hidropónico. *Universidad de Sevilla*.
- Hernández Sampier, R. (2010). Metodología de la Investigación. In *Metodología de la Investigación*.
- Hernanz Hernanz, M. A. H. (2012). SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE INVERNADERO AUTOMATIZADO CON ARDUINO. In *Uma ética para quantos? Vol. XXXIII* (Issue 2).
- Hillier, F., & Hillier, M. (2008). 7. 20 Métodos Cuantitativos para Administración. In *McGraw-Hill. Interamericana*.
- Juárez-Rosete, C. R., Rodríguez-Mendoza, M. N., Sandoval-Villa, M., & Muratalla-Lúa, A. (2007). Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 25(1).
- Kirschbaum, D. (2021). Características botánicas, fisiología y tipos de variedades de fresa. *ResearchGate*.
- López-Pérez, L., Cárdenas-Navarro, R., Lobit, P., Martínez-Castro, O., & Escalante-Linares, O. (2005). SELECCIÓN DE UN SUSTRATO PARA EL CRECIMIENTO DE FRESA EN HIDROPONÍA. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(2). <https://doi.org/10.35196/rfm.2005.2.171>
- Lugo, O. L., Villavicencio, G., & Díaz, A. (2014). Paquete Tecnológico Para El Monitoreo Ambiental En Invernaderos Con El Uso De Hardware Y Software Libre. *Terra Latinoamericana*, 32(1).
- Martínez Bencardino, C. (2012). Estadística y Muestreo. In *www.ecoediciones.com*.
- Mercado, A. G., Vicente, E. M., Francisco, H., & Fong, A. (n.d.). Tema A4 Termofluidos: Climatización en invernaderos “Sistema de control para un invernadero rural en el estado de Hidalgo.”
- Nelson, Melo, V. M., Martínez, A. F., Salett Biembengut, M., Nelson, H., Padua, J., Ahman, I., Apezechea, H., Borsotti, C., & Padua. (2015). TABLAS ESTADÍSTICAS. *Animal Feed Science and Technology*, 1(1).



- Orza Couto, A. (2019). LA ELECTRICIDAD: CONCEPTOS, FENÓMENOS Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS. In *Xunta de Galicia*.
- Rodriguez, F., Garcia, I., Vasquez, S., & Juarez, L. (2017). Análisis, diseño e implementación de un invernadero automatizado para la producción de fresa en Tehuacán. *Revista Del Desarrollo Tecnológico, 1*.
- Rosas R., A. A. (2016). La lana de ovino como material aislante: natural, renovable y sostenible. *Universidad Politecnica de Catalunya*.
- Tapia, M. E. ., & Fries, A. M. . (2007). Guia de campo de los cultivos andinos. In *FAO*.

ANEXOS

ANEXO 1 Programación y diagrama de flujo del módulo pzem004t

Figura 20

Programación del módulo pzem004t

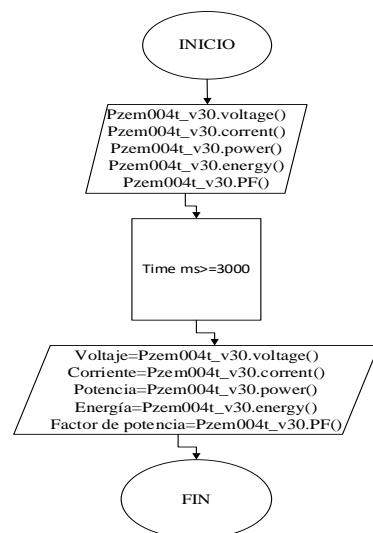
```
11 Serial.begin(9600);
12 Serial.flush();
13 while(Serial.available())Serial.read();
14
15 }
16
17 void loop()
18 {
19
20   if((millis()-task_time_ms)>=3000){
21     task_time_ms=millis();
22     Serial.print("voltaje= ");
23     Serial.print(pzem_004t_v30.voltage());
24     Serial.println(String("v"));
25
26     Serial.print("corrientes= ");
27     Serial.print(pzem_004t_v30.current());
28     Serial.println(String("A"));
29
30     Serial.print("potencia= ");
31     Serial.print(pzem_004t_v30.power());
32     Serial.println(String("W"));
33
34     Serial.print("energia= ");
35     Serial.print(pzem_004t_v30.energy());
36     Serial.println(String("kWh"));
37
38     Serial.print("factor de pontecia= ");
39     Serial.print(pzem_004t_v30.pf());
40     Serial.println(String("FP"));
41   }
42
43 }
```

```
1 #include <SoftwareSerial.h>
2 #include "PZEM004Tv30.h"
3
4 PZEM004Tv30 pzem_004t_v30(3,2,0); //rx=2 TX=3
5 unsigned long task_time_ms=0;
6
7 void setup()
8 {
9
10   Serial.begin(9600);
11   Serial.flush();
12   while(Serial.available())Serial.read();
13 }
14
15 }
16
17 void loop()
18 {
19
20   if((millis()-task_time_ms)>=3000){
21     task_time_ms=millis();
22     Serial.print("voltaje= ");
23     Serial.print(pzem_004t_v30.voltage());
24     Serial.println(String("v"));
25
26     Serial.print("corrientes= ");
27     Serial.print(pzem_004t_v30.current());
28     Serial.println(String("A"));
29
30     Serial.print("potencia= ");
31     Serial.print(pzem_004t_v30.power());
32     Serial.println(String("W"));
33
34     Serial.print("energia= ");
```

Elaboración propia

Figura 21

Diagrama de flujo del módulo pzem004t



Elaboración propia

ANEXO 2 Programación y diagrama de flujo del sensor de humedad del suelo

Figura 22

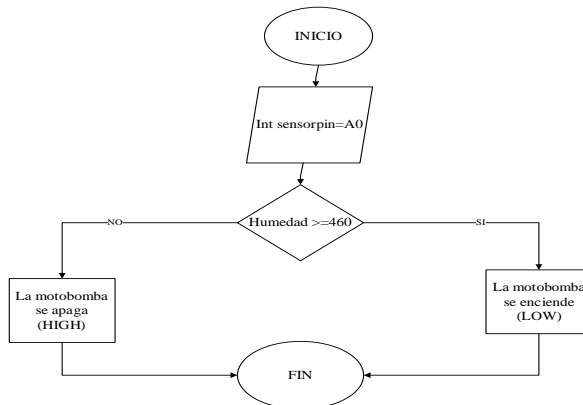
Programación del sensor de humedad del suelo

```
sketch_jul03c $  
// entrada del snesor de humedad en el suele en el puertoA0  
int sensorPin=A0;  
  
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  // salida de la señal digital en el puerto dig 7  
  pinMode(22,OUTPUT),  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  int humedad = analogRead(humedad);  
  Serial.println(humedad);  
  if (humedad >= 460)  
  {  
    digitalWrite(22,LOW);  
  }  
  else  
  {  
    digitalWrite(22,HIGH);  
  }  
  delay(1000);  
}
```

Elaboración propia

Figura 23

Diagrama de flujo del sensor de humedad del suelo



Elaboración propia

ANEXO 3 Programación y diagrama de flujo del sensor dht22

Figura 24

Programa del sensor dht22

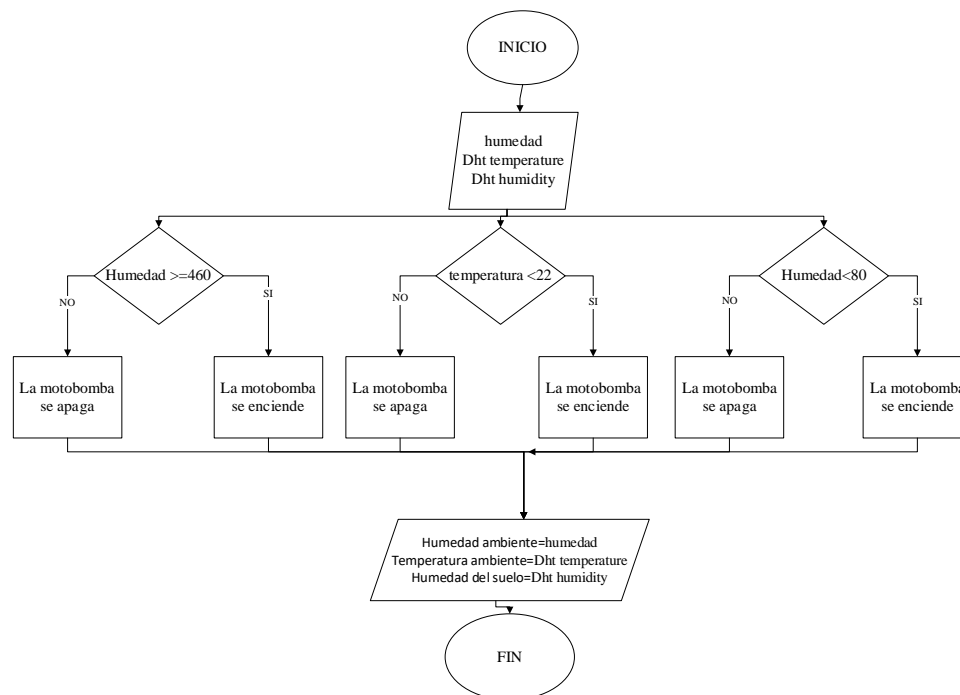
```
29 {
30   digitalWrite(23,LOW);
31 }
32
33 //sistema de temperatura y umedad del ambiente
34 //vaporizador=digitalRead(14);
35 DHT.read22(DHT22_PING);
36 Serial.print("temperatura ambiente= ");
37 Serial.print(DHT.temperature);
38 Serial.print("humedad ambiente= ");
39 Serial.print(DHT.humidity);
40 Serial.println("%");
41
42 if(DHT.temperature<22)
43 {
44   digitalWrite(24,LOW);
45   digitalWrite(22,HIGH);
46 }
47 else
48 {
49   digitalWrite(24,HIGH);
50   digitalWrite(22,LOW);
51 }
52
53
54 if(DHT.humidity<80) {
55   digitalWrite(36,HIGH);}
56 else {
57   digitalWrite(36,LOW);}
58
59 delay(2000);
60 }
61
```

```
1 #include <dht.h>
2 dht DHT;
3
4 #define DHT22_PING 8
5 //int pin=5;
6
7 int sensorPin=40;
8 void setup() {
9   // put your setup code here, to run once:
10  pinMode(22,OUTPUT);
11  pinMode(24,OUTPUT);
12  pinMode(23,OUTPUT);
13  pinMode(36, OUTPUT);
14
15  Serial.begin(9600);
16 }
17
18 void loop() {
19   // put your main code here, to run repeatedly:
20   int humedad = analogRead(humedad);
21   Serial.print("humedad de la planta=" );
22   Serial.print(humedad);
23   Serial.println("%");
24   if(humedad>=420)
25   {
26     digitalWrite(23,HIGH);
27   }
28   else
29   {
30     digitalWrite(23,LOW);
31   }
32
33 //sistema de temperatura y umedad del ambiente
34 //vaporizador=digitalRead(14);
```

Elaboración propia

Figura 25

Diagrama de flujo del sensor dht22



Elaboración propia

ANEXO 4 Programación y diagrama de flujo del sistema de nivel de agua

Figura 26

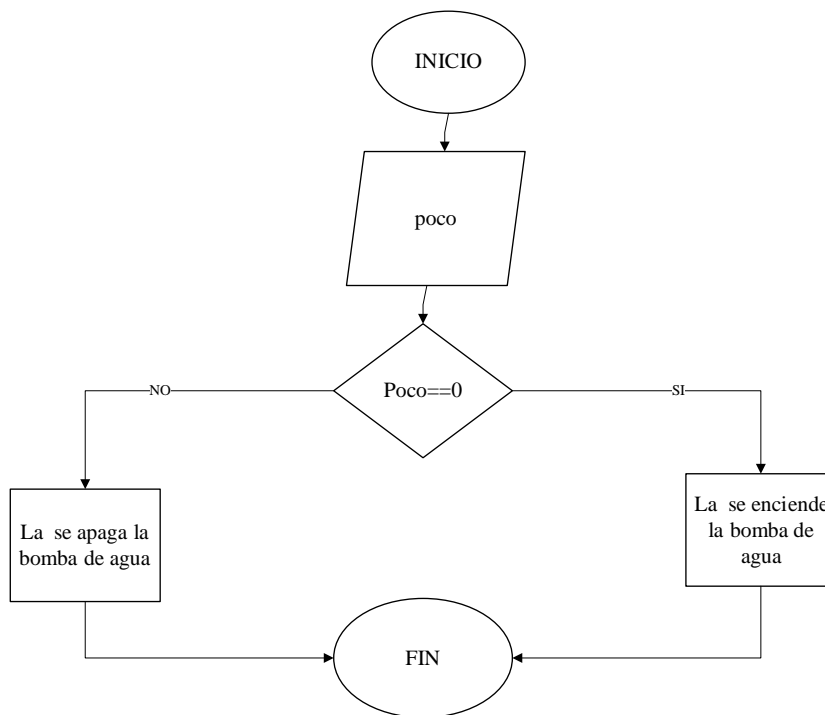
Programación del sistema de llenado de agua

```
sketch.ino • diagram.json • Library Manager
1 int poco;
2 int lleno;
3
4 void setup() {
5   // put your setup code here, to run once:
6   pinMode (15, INPUT);
7   pinMode (26, OUTPUT);
8 }
9
10 void loop() {
11   // put your main code here, to run repeatedly:
12
13   poco=digitalRead(15);
14   if ( poco == 0 ){
15     digitalWrite(26,HIGH);
16     delay(1000);
17     digitalWrite(26, LOW);
18   }
19 }
20
```

Elaboración propia

Figura 27

Diagrama de flujo del sistema de llenado de agua



Elaboración propia

ANEXO 5 Programación y diagrama de flujo de las pantallas lcd

Figura 28

Programación de las pantallas LCD

```

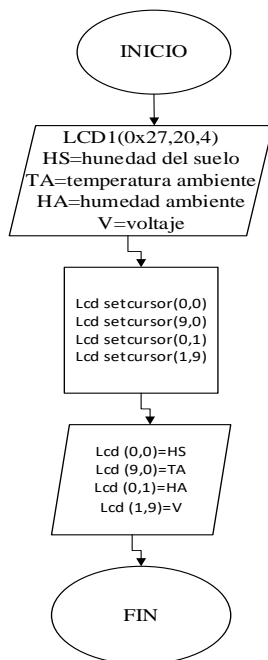
sketch.ino • diagram.json • Library Manager
1 #include <dht.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4 dht DHT;
5 LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27,20,4);
6 LiquidCrystal_I2C lcd2(0x26,20,4);
7 //include "Sodaq_DS3231.h"
8
9 void setup() {
10 // put your setup code here, to run once:
11 lcd1.init();
12 lcd1.backlight();
13
14 lcd2.init();
15 lcd2.backlight();
16
17 // lcd.clear();
18
19 }
20
21 void loop() {
22 // put your main code here, to run repeatedly:
23 lcd1.setCursor(0,0);
24 lcd1.print("HS:");
25 // lcd1.print(humedad);
26
27 // Cursor en la 11ª posición de la primera fila
28 lcd1.setCursor(9,0);
29 lcd1.print("TA:");
30 //lcd1.print(DHT.temperature);//1 decimal
31 lcd1.print(" ");
32
33 // Cursor en la primera posición de la 2ª fila
34 lcd1.setCursor(0,1);
35
36 lcd1.print("HA:");
37 //lcd1.print(DHT.humidity); //1 decimal
38 //lcd1.print("KH"); // "337" -> ""
39
40 // Cursor en la 11ª posición de la 2ª fila
41 lcd1.setCursor(9,1);
42 lcd1.print("V:");
43 //lcd1.print(pzem_004t_v30.voltage());
44 lcd1.print(" V ");
45
46 lcd2.setCursor(0,0);
47 lcd2.print("W:");
48 // lcd2.print(pzem_004t_v30.power());
49
50 // Cursor en la 11ª posición de la primera fila
51 lcd2.setCursor(9,0);
52 lcd2.print("KW:");
53 //lcd2.print(pzem_004t_v30.energy());//1 decimal
54 lcd2.print(" ");
55
56 // Cursor en la primera posición de la 2ª fila
57 lcd2.setCursor(0,1);
58 lcd2.print("A:");
59 //lcd2.print(pzem_004t_v30.current()); //1 decimal
60 //lcd2.print("KH"); // "337" -> ""
61
62 // Cursor en la 11ª posición de la 2ª fila
63 lcd2.setCursor(9,1);
64 lcd2.print("FP:");
65 //lcd2.print(pzem_004t_v30.pf());
66 lcd2.print(" V ");
67

```

Elaboración propia

Figura 29

Diagrama de flujo de las pantallas LCD



Elaboración propia

ANEXO 6 Programación y diagrama de flujo del módulo reloj

Figura 30

Programación del módulo reloj

```

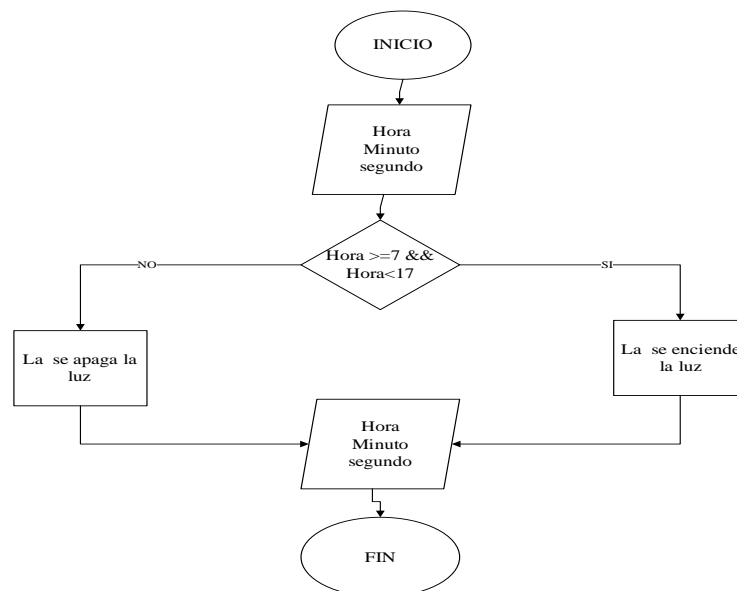
sketch.ino  diagram.json  Library Manager
1 #include <dht.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include <Wire.h>
4 #include <SoftwareSerial.h>
5 File myFile;
6
7 char DiaSemana[4][4]{"dom", "lun", "mar", "mer", "jue", "vie", "sab"};
8 //DateTime dt(2022, 10, 25, 14, 33, 0, 3 );
9
10
11 int hora= 0;
12 int minuto= 0;
13 int segundo =0;
14
15 void setup() {
16
17   pinMode(10,OUTPUT);
18   rtc.begin();
19   Wire.begin();
20   //rtc.setDateTime(dt);
21   delay(100);
22
23   void loop() {
24     //control de la luz hidropónico para plantas int luzhidroponico=10;
25     DateTime now= rtc.now ();
26
27     int hora = now.hour();
28     int minuto = now.minute();
29     int segundo = now.second();
30
31     Serial.print("hora:");
32     Serial.print(hora);
33     //Serial.print("h");
34     Serial.print(":");
35     Serial.print(minuto);
36     //Serial.println("m");
37     Serial.print(":");
38     Serial.println(segundo);
39     if (hora==7 && hora<17)
40     {
41       digitalWrite(30,HIGH);
42     }
43     else
44     {
45       digitalWrite(30,LOW);
46     }
47   }
48

```

Elaboración propia

Figura 31

Diagrama de flujo del módulo reloj



Elaboración propia



ANEXO 7: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo EDDY RONALD APAZA VELAZCO
identificado con DNI 74575682 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA ELECTRONICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI INVERNADERO CON CONTROL AUTOMATIZADO, PARA EL CULTIVO DE LA FRESA EN LA CIUDAD DE PUNO.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de ENERO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 8: Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Eddy Ronald Apaza Velazco
identificado con DNI 74575682 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería electrónica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI INVERNADERO CON CONTROL AUTOMATIZADO, PARA EL CULTIVO DE LA FRESA EN LA CIUDAD DE PUNO.

”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella