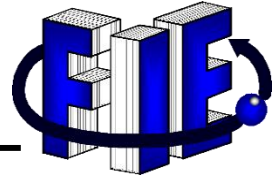




UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Rehabilitación de un invernadero automatizado

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRICISTA

Presenta:

José Carlos Barrera Bedolla

Asesor de tesis:

Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica

ISRAEL LUNA REYES

MORELIA MICHOACÁN, JUNIO 2022

Agradecimientos

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy hoy en día. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos que siempre me alentaron a seguir adelante a pesar de todas las adversidades que se presentaron a lo largo de estos años y siempre me brindaron su apoyo incondicionalmente.

A las autoridades y todo el personal de la facultad de ingeniería eléctrica por confiar en mí, abrirme las puertas de su institución y darme la oportunidad de terminar mis estudios de licenciatura.

Y por último y no menos importante quiero agradecerme a mí por no darme por vencido y superar los distintos retos que se presentaron a lo largo de este proceso, solo Dios sabe que no ha sido fácil llegar hasta donde nos encontramos hoy en día.

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a mis padres y mis hermanos quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente.

Al igual que a mis maestros, quienes han estado presentes a lo largo de toda la carrera brindándome de sus conocimientos para poder llegar hasta aquí el día de hoy.

A mi asesor por brindarme el apoyo necesario y orientarme en este proceso.

INDICE

Agradecimientos	2
Dedicatoria	2
Resumen	5
Palabras Clave.....	6
Greenhous, automation, maintenance, rehabilitation, reconditioning.....	6
Abstract	7
Lista de figuras	8
Capítulo 1 Introducción	10
1.1 Introducción	10
1.2 Antecedentes	11
1.3 Justificación.....	14
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivos específicos.....	14
1.5 Metodología	15
Capítulo 2 Marco teórico	16
2.1 Los invernaderos	16
2.2.1 Tipos de invernaderos	16
Factores para selección de un invernadero.....	18
Capítulo 3.- Descripción del sistema propio a analizar.....	27
3.1.- Motores de las cortinas	27
3.2.- Extractores de humedad (ventiladores).....	30
3.3.- Monitor de temperatura y humedad	33
3.4.- Instalación eléctrica del invernadero.....	34
Capítulo 4.- Rehabilitación de los equipos	39
4.1.- Tableros de alimentación eléctrica.....	39
4.2.- Tablero de control de motores	42
4.3.- Tablero de control de temperatura y humedad.....	43
Capítulo 5 Pruebas y resultados.....	44
5.1.- Prueba de motores de cortinas	44

Capítulo 6 Conclusiones.....	45
Bibliografía.....	46

Resumen

Este proyecto de tesis se basa en hacer la rehabilitación de la automatización de un invernadero, en este caso el que se encuentra en la institución de educación media superior, el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 233 (CBTA No. 233).

Para esto se realizaron inspecciones principalmente de las instalaciones eléctricas, tablero de control de los motores de las cortinas, tablero de control de temperatura y humedad y ventiladores. Esto con el fin de hacer una evaluación pertinente de cómo se encontraban actualmente cada uno de estos, y así con esto, se hizo la planeación del tipo de mantenimiento y correcciones a cada equipo correspondiente al sistema de automatización del invernadero.

Y así una vez finalizado esto, tanto la institución educativa como principalmente sus alumnos, podrán sacarle el mayor provecho a este para la obtención de mayor conocimiento.

Palabras Clave

Greenhous, automation, maintenance, rehabilitation, reconditioning.

Abstract

This thesis project is based on the rehabilitation of the automation of a greenhouse, in this case the one found in the institution of higher secondary education, the Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 233 (CBTA No. 233).

For this, inspections were carried out mainly of the electrical installations, the curtain motor control panel, the temperature and humidity control panel, and the fans. This in order to make a pertinent evaluation of how each of these were currently, and thus with this, the type of maintenance and corrections to each equipment corresponding to the greenhouse automation system was planned.

And so, once this is finished, both the educational institution and mainly its students, will be able to get the most out of it to obtain more knowledge.

Lista de figuras

Figura 2.1 Invernadero plano o tipo parral [7].	19
Figura 2.2 Invernadero en raspa y amagado [7].	20
Figura 2.4 Invernadero asimétrico (estructura) [7].	21
Figura 2.5 Invernadero de capilla simple a dos aguas [7].	22
Figura 2.6 Invernadero doble capilla [7].	23
Figura 2.7 Invernadero tipo gótico [7].	24
Figura 2.9 Invernadero tipo túnel [7].	25
Figura 2.10 Invernaderos de cristal o tipo venlo [7].	26
Figura 3.1.1 Motor de cortina.	27
Figura 3.1.2 Motor de cortina.	28
Figura 3.1.3 Fusible de cable de alimentación de motor	28
Figura 3.1.4 Tablero de control de motores	29
Figura 3.2.1 Ventilador 1	30
Figura 3.2.2 Ventilador 2	31
Figura 3.2.3 Ventilador 3	31
Figura 3.2.4 Ventilador 4	32
Figura 3.2.5 Equipo de riego.	33
Figura 3.3.1 Sensor MT-530 SUPER	33
Figura 3.3.2 Daño en el circuito del sensor	34
Figura 3.4.1 Tablero general	34
Figura 3.4.2 Tablero de ventiladores abierto	35
Figura 3.4.3 Conexiones eléctricas en mal estado.	36
Figura 3.4.4 Gabinetes al descubierto.	36
Figura 3.4.5 Cables eléctricos colgando.	37
Figura 3.4.6 Cables en tableros en malas condiciones.	37
Figura 3.4.7 Equipo colgando de cables de alimentación.	38
Figura 3.4.8 Puertos de conexión llenos de basura.	38
Figura 4.1.1 Proceso de mantenimiento de gabinete.	39
Figura 4.1.2 Proceso de mantenimiento a gabinete.	40

Figura 4.1.3 Gabinete	40
Figura 4.1.4 Centro de carga.	41
Figura 4.1.5 Alimentación de panel de riego.....	41
Figura 4.2.1 Parte de Perilla de Control de Cortinas.....	42
Figura 4.2.2 Placa de Perillas	42
Figura 4.2.3 Tablero de Control de Motores.	43
Figura 4.3.1. Tablero de temperatura y humedad	43
Figura 5.2.1 Prueba de cortinas (arriba).....	44
Figura 5.3.2 Prueba de cortinas (abajo)	44

Capítulo 1 Introducción

1.1 Introducción

La producción de cultivos bajo invernadero es una de las técnicas más modernas que se utilizan actualmente en la producción agrícola. La ventaja del sistema de invernadero sobre el método tradicional a cielo abierto, es que, bajo invernadero, se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta barrera limita un microclima que permite proteger el cultivo del viento, lluvia, plagas, enfermedades, hierbas y animales. Igualmente, esta protección permite al agricultor controlar la temperatura, la cantidad de luz y aplicar efectivamente control químico y biológico para proteger el cultivo.

El hecho de poder sembrar plantas fuera de temporada y en la época de invierno sin temor a que las plantas mueran debido a las bajas temperaturas, es una de las principales ventajas de un invernadero. También nos otorga la capacidad de sembrar plantas poco antes de su época de desarrollo dentro del invernadero.

El problema actual del cambio climático ha impactado en grandes proporciones la productividad y la calidad de los frutos, problemas de humedad relativa que han aumentado la presencia de hongos reduciendo la calidad y la productividad y aumentando los costos. Esto explica porque el invernadero debe ser un área protegida y controlada, establecida para evitar que la plantación se exponga a todos los factores que pudieran perjudicar sus resultados.

Actualmente la automatización de procesos busca sustituir tareas o actividades que son realizadas por humanos con la capacidad de dispositivos mecánicos, electrónicos y de control, con el paso del tiempo y el avance tecnológico, una forma de optimizar el funcionamiento de un invernadero fue automatizándolo, con lo cual se obtiene una mejor distribución del agua de riego, la temperatura, la ventilación y la distribución de insecticida sobre cultivos [1].

La idea de este proyecto nace a partir de la necesidad de una rehabilitación urgente de los sistemas de control, motores de los sistemas de cortinas, sistemas de temperatura y humedad, para con esto hacer que el invernadero funcione nuevamente de una manera automatizada y así sacarle el mayor beneficio posible con respecto a la educación de los alumnos de la escuela Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Núm. 233 (CBTA 233).

1.2 Antecedentes

1.2.1 Origen de los invernaderos

En la antigüedad se conocían diferentes prácticas para cultivar hortalizas y flores fuera de temporada. En Mesopotamia, Egipto e Israel, Grecia y Roma ya se practicaba el cultivo de vegetales en macetas o barriles, protegiéndolos de noche en túneles, galerías o despensas.

Las placas de vidrio no se conocieron hasta el siglo III, por lo que la protección de cultivos se hacía con placas de talco o mica. Sir Joseph Banks mencionó el forzamiento de las frutas del desierto, en la época romana bajo esta lámina de mica llamada “vidrio de mercurio”. En muchos casos, los materiales vegetales se cultivaron en pozos y se cubrieron con esta lámina.

El calor se obtuvo de la descomposición del estiércol y los conductos de aire caliente. El Bois de Duc en Francia donde se cultivaban flores en pabellones de vidrio orientados al sur en 1385, son las primeras referencias que se tienen del uso de vidrio. En Asia los cultivos se protegían con papel engrasado, en China se sabía que era un material con transmisividad suficiente para proteger los cultivos. Además, los agricultores chinos tenían conocimiento empírico de la importancia de la orientación del invernadero, ya que ejerce una influencia en el microclima interno.

Con el paso del tiempo, el desarrollo de la protección de cultivos se ha ido apoyando en una base de conocimientos cualitativos, hasta que la mejora de la técnica de producción de paneles de vidrio dio como resultado los invernaderos tipo “orangeries”, construyéndose la primera en Inglaterra por Lord Burghley en 1562. A mediados del siglo XVI se construyó en Padua la primera Universidad botánica con un invernadero, seguida por la Universidad de Pisa.

Con Ferrarius y Enoch aparecen las primeras recomendaciones sobre el arte de cultivar con aporte de calefacción. En un inicio estas construcciones tenían por objeto satisfacer las exigencias de lujo de las clases altas. Luis XIV ordena que se amplíe la “orangerie” de Versalles, que llegó a tener un volumen de unos 6000 m³. Años más tarde los invernaderos empezarían a implantarse en América.

Un siglo después, aparecen diferentes recomendaciones para su construcción, climatización y ahorro energético. Fue Boerhaave quien observó que, a medio día en invierno, las paredes orientadas perpendicularmente a los rayos del sol permitían captar al máximo la radiación solar durante esta estación tan desfavorable. Está claro que, a partir de la revolución científica del siglo XVII, la experimentación había empezado a ser ya una parte esencial e integrante de la ciencia, habiéndose convertido Newton en esta época en el maestro de la filosofía experimental.

En el siglo XVIII se identificaron los procesos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación, que sirvieron de base para otros estudios, que tendrán aplicaciones en la modelización y en el control del clima de invernaderos a partir de la segunda mitad

del siglo XX. Resultado del avance de las ciencias experimentales, se tiene un avance en las actividades relacionadas con la agricultura. El uso de luz artificial para promover el crecimiento y desarrollo de plantas en invernaderos tiene una larga historia, pasaron más de dos siglos para que Hervé Magnon observase que se formaba clorofila cuando las plantas se exponían a la luz eléctrica y Siemens estudio la influencia de la luz en la vegetación. El primer sistema de riego por aspersión surge en 1834, creado por Loddiges, que utilizó, en un invernadero de pequeñas dimensiones, tubos perforados ubicados bajo cubierta.

A principios de siglo aparece el libro precursor de los estudios de climatización en invernaderos “A description of patent hothouse” publicado por el Dr. James Anderson. El uso de CO₂ atmosférico en la producción de cultivos, empieza con el francés Demoussy, seguidas por las de Molliard, en los cultivos protegidos no hay duda de que el aumento de CO₂ puede modificar la productividad, con respuestas contrastadas que son específicas de la especie.

En la primera mitad del siglo XIX aparecen realmente los primeros cambios notables en la construcción de invernaderos, los invernaderos y protecciones temporales pasan de ser un pasatiempo para ricos a desarrollarse en torno a las grandes ciudades de Europa y América. Se inventan las técnicas para fabricar hierro fundido, además se mejoran los métodos de fabricación del vidrio.

A inicios del siglo XX, los invernaderos de vidrio conocen en Holanda su mayor desarrollo y en 1904 se publica el primer censo de áreas destinadas a invernaderos. En 1900 se construye un invernadero de acero en Loosduinen, que será el precursor de los invernaderos conocidos como tipo “Venlo”, que se siguen usando actualmente ya que se realizaron mejoras a partir de los años 50. Se construyen de acero inoxidable y aluminio anodizado en los herrajes.

Se tienen cambios que llevan a sustituir progresivamente los paneles de vidrio por rollos de plástico. La industria de los plásticos comenzó a crecer en los años 30 y con esto, la aplicación de los plásticos para usos agrícolas. A finales de la década de 1970 se podía construir un invernadero pequeño con controles automáticos por menos de la tercera parte del costo de un automóvil económico.

Actualmente hay una gran variedad de invernaderos, muchos son contruidos de forma modular, para ser expandidos más fácilmente y diseñados para poder ser contruidos por cualquier persona. Se usan comúnmente para la producción de frutas, verduras, flores y cualquier otra planta que requieren condiciones ambientales especiales [2].

1.2.2 Sistemas de control y automatización de invernaderos

Con el paso del tiempo y el avance tecnológico, una forma de optimizar el funcionamiento de un invernadero fue automatizándolo, con lo cual se obtiene una mejor distribución del agua de riego, la temperatura, la ventilación y la distribución de insecticida sobre cultivos, a mediados de 1960 se instala el primer sistema de control del clima. Las mejoras de en el sistema de calefacción se dan en los años 70 con la sustitución del carbón por la gasolina y el gas. En los años 70, se desarrolla un elemento esencial en la rama de la electrónica y el control, se crea el micro controlador, el cual está formado por un circuito integrado programable, quien ejecuta instrucciones grabadas en su memoria [3].

El mejoramiento de estos dispositivos ha permitido, poder utilizarlos en diferentes de sistemas de automatización, muchos horticultores ya poseen en sus invernaderos computadoras o micro controladores de riego, con control de pH, EC y drenaje, algunos tienen controladores con lógica programable para el fertirriego, con una amplia tabla de algoritmos de control y de programación del riego.

El control electrónico, mediante controladores lógicos programables, los accionamientos para la apertura de ventanas, para ventilación, riego, fertirriego, control de drenaje y con el monitoreo que se hace de las variables a modificar inicia la era de la mecatrónica en los invernaderos.

Al mismo tiempo van apareciendo sistemas de apertura de ventanas automatizadas, laterales o cenitales, de tipo enrollables, accionadas por motores, comienzan a surgir varios sistemas de calefacción, que son muy rudimentarios en mayoría de los casos. En sistemas más avanzados, existen computadoras de clima, que controlan automáticamente temperatura, humedad (por nebulización), pantalla de sombreado y térmica, hasta enriquecimiento en CO₂.

Para las investigaciones en horticultura de precisión, se destina una superficie específica para el diseño y sistema de control de invernaderos, además de todo el equipo requerido. Los recursos de herramientas informáticas que incorporen modelos que describan el funcionamiento de las tres componentes del sistema (cultivo, clima, suelo/sustrato) permiten un control preciso de estas componentes.

Existe “simuladores” de cultivos de invernadero, creados para fines de docencia, un simulador como esté, es posible utilizarlo perfectamente como herramienta para tomar decisiones respecto a planificar el cultivo, prever los gastos de calefacción o de CO₂, o bien para elegir la temperatura correcta durante el ciclo de cultivo.

Actualmente es posible utilizar dispositivos más económicos que los PLC, como; micro controladores Arduino, Circuitos Integrados Programables (PIC), dispositivos temporizadores semanales y relés programables. Esto, nos permite tener acceso a crear sistemas semejantes a los de un invernadero industrial [4].

1.3 Justificación

Debido a la falta de recursos económicos con los que se encuentra actualmente la institución educativa, este proyecto busca apoyar haciendo la rehabilitación de los equipos de automatización del invernadero y así poder aprovecharlo de tal manera que se puedan cosechar más productos usando menor cantidad de materia prima y con esto el invernadero sea económicamente más rentable.

1.4 Objetivos

Este proyecto busca apoyar a las instituciones educativas de nivel medio superior que cuentan con este tipo de invernaderos, en este caso el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 233 (CBTA 233). El cual, los equipos de los sistemas que componen la automatización del invernadero debido al deterioro por el paso del tiempo y al manejo inapropiado de este, se encuentra actualmente en muy malas condiciones y debido a que la institución no cuenta con los apoyos económicos necesarios para el mantenimiento de los equipos, se tiene como principal objetivo apoyar con el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, para así que estos operen de manera correcta, y así tanto la institución como los alumnos puedan aprovechar el funcionamiento correcto del invernadero.

1.4.1 Objetivos específicos

- Rehabilitación de tableros de control del invernadero
- Rehabilitación de motores y sistemas de cortinas
- Rehabilitación de sistemas de monitoreo de humedad y temperatura
- Descifrado de la lógica de control de los tableros
- Puesta en marcha del sistema automático

1.5 Metodología

El presente trabajo realizado se ha estructurado en seis capítulos los cuales se han desarrollado realizando investigación en artículos web, hojas de datos, así como recursos multimedia.

En términos generales, se han abordado de la siguiente manera:

- Capítulo I.- Introducción.

En este capítulo hablaremos sobre lo que es un invernadero, así como sus orígenes y lo que representa el uso de estos.

- Capítulo II.- Marco teórico.

En este capítulo hablaremos sobre los tipos de invernaderos que existen y las características que tienen.

- Capítulo III.- descripción del sistema actual

En este capítulo aremos una breve descripción que se tiene, así como las condiciones en que se encuentra.

- Capítulo IV.- rehabilitación del invernadero

En este capítulo hablaremos un poco acerca de las fallas que presentaban algunos equipos, así como su reparación y desmontaje de algunos.

- Capítulo V.- Pruebas y resultados.

En este capítulo hablaremos acerca de las condiciones en que se dejaron trabajando los equipos.

- Capítulo VI. - Conclusiones.

En este capítulo hablaremos acerca de todo lo que se hizo, así como las reparaciones y cambios que se realizaron.

Capítulo 2 Marco teórico

En este capítulo hablaremos un poco sobre los tipos de invernaderos, así como los diferentes tipos que existen y los factores que se toman en cuenta para la selección del mismo a utilizar, explicaremos también las diferencias entre cada uno y las ventajas y desventajas que presentan.

2.1 Los invernaderos

Un invernadero es una construcción agrícola actual o generalmente en la actualidad de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales.

2.2.1 Tipos de invernaderos

Según la conformación estructural, los invernaderos se pueden clasificar en:

- Plano o tipo parral.

Este tipo de invernadero se utiliza en zonas poco lluviosas, aunque no es aconsejable su construcción. La estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal. La estructura vertical está constituida por soportes rígidos que se pueden diferenciar según sean perimetrales (soportes de cerco situados en las bandas y los esquineros) o interiores.

- Tipo raspa y amagado.

Los invernaderos de raspa y amagado resultan de una transformación de los invernaderos planos o tipo parral con el objetivo de poder evacuar el agua de lluvia, debido principalmente a que, en los invernaderos planos, al llover, se forman grandes bolsas de agua que perjudican y comprometen seriamente la estructura.

- Asimétrico.

También se denominan “Invernaderos Tropicales” porque su uso está muy extendido en estas regiones. Su geometría es asimétrica porque, a diferencia de los invernaderos tipo capilla y góticos, uno de los lados de la cubierta está más inclinado que el otro. La inclinación de la cubierta se estudia en función de la incidencia perpendicular sobre la misma de la luz al medio día solar, durante el invierno, con el objetivo de aprovechar al máximo la radiación solar incidente.

- Capilla (a dos aguas, a un agua).

Los invernaderos de capilla simple tienen el techo formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas. Este tipo de invernadero se utiliza bastante, destacando las siguientes ventajas: Es de fácil construcción y de fácil conservación. Es muy aceptable para la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta. La ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla. También resulta fácil la instalación de ventanas cenitales.

- Multicapilla o. Invernadero doble capilla.

El invernadero Multicapilla se caracteriza por la forma de su cubierta formada por arcos curvos semicirculares y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero está pensado para climas templados y fríos, aunque con las modificaciones adecuadas se pueden adaptar a casi todo tipo de condiciones climáticas, como puede ser el reforzado de su estructura para climas más fríos, donde las cargas por nieve o granizo pueden ser un problema.

- Gótico.

El tipo de Invernadero Gótico es muy similar al de tipo capilla, diferenciándose en el diseño de los arcos, siendo estos de tipo ojival, lo que permite albergar un mayor volumen de aire, proporcionando un mejor microclima e iluminación interior. Está diseñado para adaptarse a todo tipo de cultivos, particularmente a cultivos suspendidos y su construcción está orientada a climas extremos. Son estructuras diseñadas para soportar grandes cargas además de exigir ciertos cuidados y condiciones ambientales para el cultivo. Al ser la cumbre de tipo gótico, nos permite construir naves más anchas.

- Tipo túnel.

Los invernaderos tipo túnel están especialmente diseñados para pequeñas superficies y cultivos de pequeño tamaño como hortícolas de porte rastrero o en tutorados a baja altura. Resultan ser invernaderos económicos, ya que su estructura es simple, resistente y posibilita su traslado.

- De cristal o tipo Venlo.

Este tipo de invernadero, también llamado Venlo, es de estructura metálica prefabricada con cubierta de vidrio y se emplean generalmente en el Norte de Europa. En México algunos agro parques ya cuentan con estos invernaderos con alta tecnología. [5]

Factores para selección de un invernadero.

La elección de un tipo de invernadero está en función de una serie de factores o aspectos técnicos como los siguientes:

- **Tipo de suelo.** - Se deben elegir suelos con buen drenaje y de alta calidad, aunque con los sistemas modernos de fertirriego es posible utilizar suelos pobres con buen drenaje o sustratos artificiales.
- **Topografía.** - Son preferibles lugares con pequeña pendiente orientados de norte a sur.
- **Vientos.** - Se tomarán en cuenta la dirección, intensidad y velocidad de los vientos dominantes de la zona donde se desea instalar el invernadero.
- **Requerimientos bioclimáticos.** - De acuerdo al tipo de planta que se desea cultivar ya que existe gran variedad de tipos y es importante tomar en cuenta el tipo de clima que esta requiere.
- **Características climáticas.** - De acuerdo a la zona o área geográfica donde vaya a construirse el invernadero.
- **Disponibilidad de mano de obra.** – Aquí es importante analizar si se contara con mano de obra para algún proceso o todo estará automatizado, esto con la finalidad de contemplar el grado de automatización del invernadero. (Factor humano).
- **Imperativos económicos locales.** – Esto más que nada para la selección del tipo de cultivo, así como los implementos a utilizar (mercado y comercialización) [6].

Invernadero plano o tipo parral.

Este tipo de invernadero se utiliza en zonas poco lluviosas, aunque no es aconsejable su construcción. La estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal. La estructura vertical está constituida por soportes rígidos que se pueden diferenciar según sean perimetrales (soportes de cerco situados en las bandas y los esquineros) o interiores. Tanto los apoyos exteriores como interiores pueden ser rollizos de pino o eucalipto y tubos de acero galvanizado. La estructura horizontal está constituida por dos mallas de alambre galvanizado superpuestas, implantadas manualmente de forma simultánea a la construcción del invernadero. Los invernaderos planos tienen una altura de cubierta que varía entre 2.15 y 3.5 mts., y la altura de las bandas oscila entre 2 y 2.7 mts. Los soportes del invernadero se apoyan en bloques troncos piramidales prefabricados de hormigón colocados sobre pequeños pozos de cimentación. Las principales ventajas de los invernaderos planos son: su economía de construcción, su gran adaptabilidad a la geometría del terreno, mayor resistencia al viento, aprovecha el agua de lluvia en periodos secos, presenta una gran uniformidad luminosa, entre otras. Las desventajas que presenta son: poco volumen de aire y/o mala ventilación, la instalación de ventanas cenitales es bastante difícil, demasiada especialización en su construcción y conservación, rápido envejecimiento de la instalación, es poco o nada aconsejable en lugares lluviosos, corren peligro de hundimiento por las bolsas de agua de lluvia que se forman en la lámina de plástico, peligro de destrucción del plástico y de la instalación por su vulnerabilidad al viento, de difícil mecanización y dificultad en las labores de cultivo por el excesivo número de postes, permite el goteo del

agua de lluvia y entrada de aire ya que es preciso hacer orificios en el plástico para la unión de las dos mallas con alambre, lo que favorece la proliferación de enfermedades fúngicas [5].

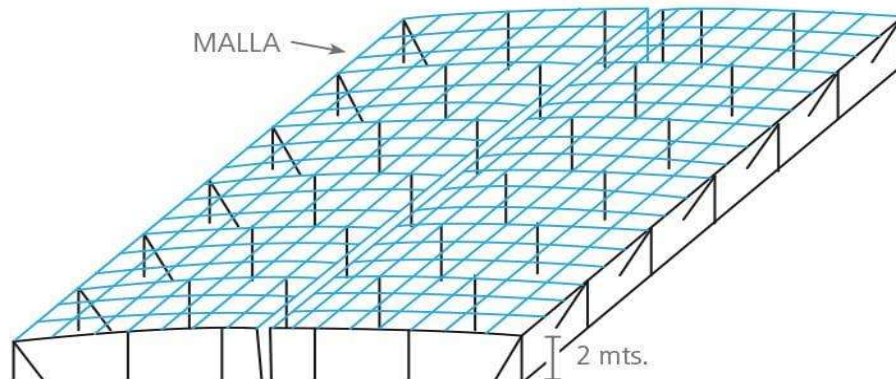


Figura 2.1 Invernadero plano o tipo parral [7].

Invernadero en raspa y amagado

Los invernaderos de raspa y amagado son invernaderos que resultan de una transformación de los invernaderos planos o tipo parral con el objetivo de poder evacuar el agua de lluvia, debido principalmente a que, en los invernaderos planos, al llover, se forman grandes bolsas de agua que perjudican y comprometen seriamente la estructura.

Consiste en un invernadero donde la parte alta, que se conoce como “raspa”, está sostenida mediante tubos galvanizados o de perfiles laminados y alambres o trenzas de hilos de alambre, y la parte baja, que se conoce como “amagado”, se une a la estructura mediante horquillas de hierro sujetas a la base del invernadero.

El uso de este tipo de invernadero está recomendado para climas templados, ya que por cuestiones de estanqueidad y aislamiento no se recomienda su empleo en climas fríos. Debido a su diseño, su baja altura les confiere resistencia a fuertes vientos.

Ventajas

- Económico.
- Tiene mayor volumen unitario y por tanto una mayor inercia térmica que aumenta la temperatura nocturna con respecto a los invernaderos planos.
- Presenta buena estanqueidad a la lluvia y al aire, lo que disminuye la humedad interior en periodos de lluvia.
- Presenta una mayor superficie libre de obstáculos.
- Permite la instalación de ventilación cenital situada a sotavento, junto a la arista de la cumbrera.

Inconvenientes:

- Diferencias de luminosidad.
- No aprovecha las aguas pluviales.
- Se dificulta el cambio del plástico de la cubierta.
- Al tener mayor superficie desarrollada se aumentan las pérdidas de calor a través de la cubierta [5].

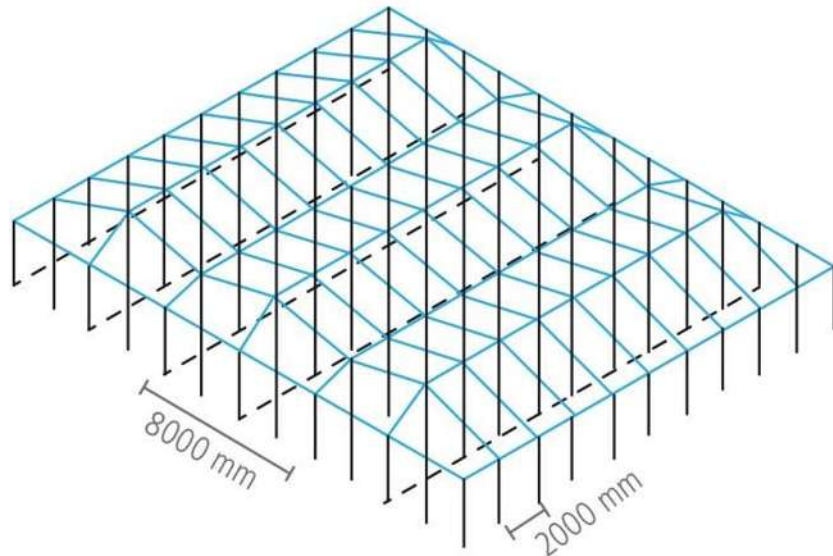


Figura 2.2 Invernadero en raspa y amagado [7].

Invernadero asimétrico

También se denominan “Invernaderos Tropicales” porque su uso está muy extendido en estas regiones. Su geometría es asimétrica porque, a diferencia de los invernaderos tipo capilla y góticos, uno de los lados de la cubierta está más inclinado que el otro. La inclinación de la cubierta se estudia en función de la incidencia perpendicular sobre la misma de la luz al medio día solar, durante el invierno, con el objetivo de aprovechar al máximo la radiación solar incidente.

Está diseñado para el desarrollo de todo tipo de cultivos en clima tropical, con temperaturas cálidas y alta humedad. Proporciona una eficaz ventilación cenital, siendo esta normalmente fija. Las ventanas cenitales suelen orientarse para proteger al cultivo de los vientos fuertes típicos de las regiones tropicales

Difiere del tipo raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar. La inclinación de la cubierta debe ser aquella que permita que la radiación solar incida perpendicularmente sobre la cubierta al mediodía solar durante el solsticio de invierno, época en la que el sol alcanza su punto más bajo. Este ángulo deberá ser próximo a 60° pero ocasiona grandes inconvenientes por la inestabilidad de la estructura a los fuertes vientos. Por ello se han

tomado ángulo comprendidos entre los 8 y 11° en la cara sur y entre los 18 y 30° en la cara norte. La altura máxima de la cumbrera varía entre 3 y 5 mts., y su altura mínima de 2.3 a 3 mts.

La ventilación de este invernadero suele ser fija y es resuelta a través de las aperturas localizadas en el centro de cada uno de los arcos estructurales que corren a lo largo de todo el techo. Las aperturas permiten ventilación natural y la salida de aire caliente.

Ventajas

- Buen aprovechamiento de la luz en la época invernal.
- Elevada inercia térmica debido a su gran volumen unitario.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al aire (no acceden al interior).
- Buena ventilación debido a su elevada altura.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento.

Inconvenientes

- No aprovecha el agua de lluvia.
- Se dificulta el cambio del plástico de la cubierta.
- Tiene más pérdidas de calor a través de la cubierta debido a su mayor superficie desarrollada en comparación con el tipo plano [5].

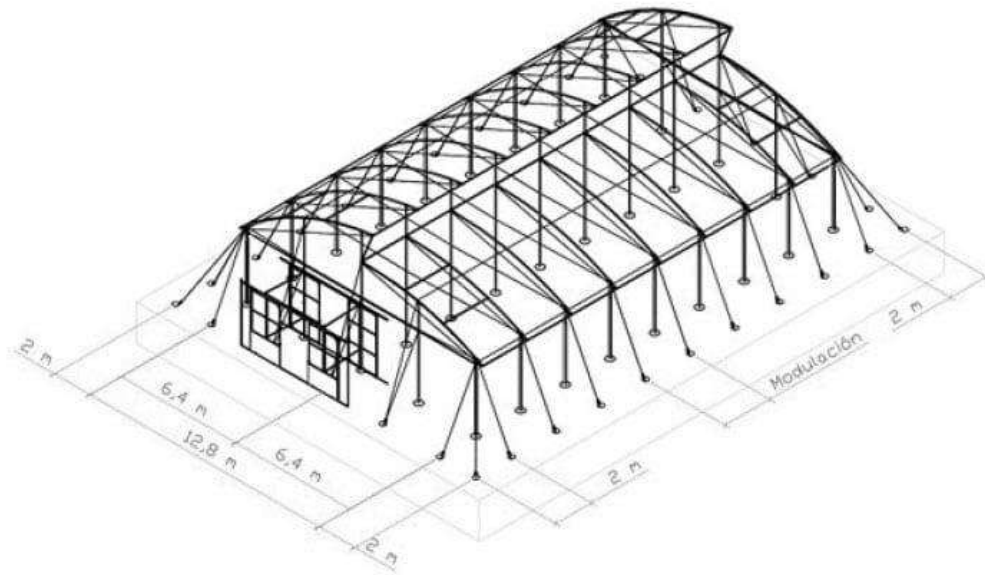


Figura 2.4 Invernadero asimétrico (estructura) [7].

Invernadero de capilla

Los invernaderos de capilla simple tienen el techo formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas. Este tipo de invernadero se utiliza bastante, destacando las siguientes ventajas:

- Es de fácil construcción y de fácil conservación.
- Es muy aceptable para la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta.
- La ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla. También resulta fácil la instalación de ventanas cenitales.
- Tiene grandes facilidades para evacuar el agua de lluvia.
- Permite la unión de varias naves en batería.

La anchura que suele darse a estos invernaderos es de 12 a 16 metros. La altura en cumbrera está comprendida entre 3.25 y 4 metros. Si la inclinación de los planos del techo es mayor a 25° no ofrecen inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia. La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Cuando se trata de estructuras formadas por varias naves unidas la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación [5].



Figura 2.5 Invernadero de capilla simple a dos aguas [7].

Invernadero Multicapilla

El invernadero multicapilla se caracteriza por la forma de su cubierta formada por arcos curvos semicirculares y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero está pensado para climas templados y fríos, aunque con las modificaciones adecuadas se pueden adaptar a casi todo tipo de condiciones climáticas, como puede ser el reforzado de su estructura para climas más fríos, donde las cargas por nieve o granizo pueden ser un problema.

Tienen gran resistencia a fuertes vientos y permite una rápida instalación al ser estructuras prefabricadas. Su ventilación es mejor que en otros tipos de invernadero, debido a la ventilación cenital y vertical en las paredes frontales y laterales. La construcción de este tipo de invernadero es más difícil y cara que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas.

Ventajas

- Pocos obstáculos en su estructura.
- Buena ventilación.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al aire.
- Permite la instalación de ventilación cenital, así como ventilación perimetral
- Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.
- Fácil instalación [5].



Figura 2.6 Invernadero doble capilla [7].

Invernaderos Góticos

El tipo de Invernadero Gótico es muy similar al de tipo capilla, diferenciándose en el diseño de los arcos, siendo estos de tipo ojival, lo que permite albergar un mayor volumen de aire, proporcionando un mejor microclima e iluminación interior.

Está diseñado para adaptarse a todo tipo de cultivos, particularmente a cultivos suspendidos y su construcción está orientada a climas extremos. Son estructuras diseñadas para soportar grandes cargas además de exigir ciertos cuidados y condiciones ambientales para el cultivo. Al ser la cumbrera de tipo gótico, nos permite construir naves más anchas [5].



Figura 2.7 Invernadero tipo gótico [7].

Invernadero túnel

Los invernaderos tipo túnel están especialmente diseñados para pequeñas superficies y cultivos de pequeño tamaño como hortalizas de porte rastro o entutorados a baja altura. Resultan ser invernaderos económicos, ya que su estructura es simple, resistente y posibilita su traslado.

Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas. Los soportes son de tubos de hierro galvanizado y tienen una separación interior de 5×8 o 3×5 mts. La altura máxima de este tipo de invernaderos oscila entre 3.5 y 5 mts. En las bandas laterales se adoptan alturas de 2.5 a 4 mts. El ancho de estas naves está comprendido entre 6 y 9 mts. Y permiten el adosamiento de varias naves en batería. La ventilación es mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero.

Ventajas

- Se trata de un tipo de invernadero barato y sencillo.
- Reduce considerablemente el problema de la condensación y el goteo del agua en los cultivos debido a la cubierta curva.
- Estructuras con pocos obstáculos.
- Buena ventilación.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al viento.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento y facilita su accionamiento mecanizado.
- Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.
- Fácil instalación.

Inconvenientes

- No aprovecha el agua de lluvia [5].



Figura 2.9 Invernadero tipo túnel [7].

Invernaderos de cristal o tipo venlo

Este tipo de invernadero, también llamado Venlo, es de estructura metálica prefabricada con cubierta de vidrio y se emplean generalmente en el Norte de Europa. En México algunos agro parques ya cuentan con estos invernaderos con alta tecnología. El techo de este invernadero está formado por paneles de vidrio que descansan sobre los canales de recogida de pluviales y sobre un conjunto de barras transversales. La anchura de cada módulo es de 3.2 mts. Desde los canales hasta la cumbrera hay un solo panel de vidrio de una longitud de 1.65 mts. y anchura que varía desde 0.75 mts. Hasta 1.6 mts. La separación entre columnas en la dirección paralela a las canales es de 3 mts. En sentido transversal están separadas 3.2 mts. si hay una línea de columnas debajo de cada canal, o 6.4 mts. si se construye algún tipo de viga en celosía.

-Ventajas: Buena estanqueidad, lo que facilita una mejor climatización de los invernaderos.

-Inconvenientes: La abundancia de elementos estructurales implica una menor transmisión de luz, tiene un elevado costo y las naves son muy pequeñas debido a la complejidad de su estructura [5].



Figura 2.10 Invernaderos de cristal o tipo venlo [7].

Capítulo 3.- Descripción del sistema propio a analizar

En este capítulo hablaremos sobre las condiciones en las cuales, se encontró la instalación eléctrica del invernadero, así como de los motores de las cortinas, extractores de humedad y los monitores de temperatura y humedad.

3.1.- Motores de las cortinas

Estos moto-reductores alimentados por CD están acoplados a un mecanismo que ayuda a enrollar las cortinas permitiendo así la entrada natural de aire al interior del invernadero, estos motores se encontraron en muy malas condiciones ya que algunos presentan fallas en las conexiones eléctricas y falta de lubricación en el sistema de engranes.



Figura 3.1.1 Motor de cortina

Motor de cortina con falta de mantenimiento, donde se puede observar el exceso de polvo que este contiene, así como la presencia de óxido en el riel donde pasa el mecanismo de embobinado de la cortina, al igual que los rodamientos se encuentran pegados.



Figura 3.1.2 Motor de cortina

Como se observa en la figura 3.1.2 la falta de mantenimiento y debido al paso del tiempo, ha hecho que las etiquetas que contienen las características principales del motor estén deterioradas. Características: Moto reductor modelo ERU-B2 con un voltaje de trabajo de 24 volts de CD, tiene una potencia de 100 watts y una velocidad de embobinado de 3.6r/min [8].

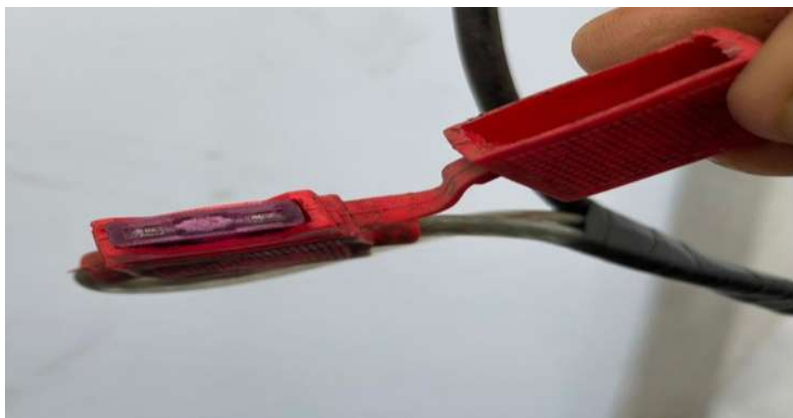


Figura 3.1.3 Fusible de cable de alimentación de motor

En la figura 3.1.3 se observa cómo se encuentra colocado el fusible en el cable de alimentación del motor, donde algunos de estos no estaban colocados correctamente, lo que ocasionaba un falso contacto y esto generaba que la alimentación al motor no llegara correctamente.



Figura 3.1.4 Tablero de control de motores

En la figura 3.1.4 se observa el estado en el que se encontró el tablero de control de los motores de las cortinas y los de la alimentación eléctrica.

3.2.- Extractores de humedad (ventiladores)

Con los ventiladores se mantienen los niveles óptimos de temperatura y aire, mismos que se adaptan a las necesidades de los cultivos y gracias a esto se obtiene una mejor producción. Estos ventiladores generan corrientes de aire adecuadas para el cultivo y a su vez evitan el exceso de humedad. Características: voltaje de trabajo de 127 volts de CA, proporciona un gran caudal de aire de hasta 5000 m³ por hora, su instalación generalmente es en el techo y es de material metálico con rejillas al frente y atrás para protección del usuario.

Algunos de estos ventiladores de este invernadero se encuentran dañados debido a que les entro agua al sistema eléctrico originando un corto circuito al interior.



Figura 3.2.1 Ventilador 1

En la figura 3.2.1 se observa como por el paso del tiempo y la falta de mantenimiento en el ventilador ha generado que este empiece a tener corrosión en la parte superior.



Figura 3.2.2 Ventilador 2

Como se observa en la figura 3.2.2, este ventilador no se encontró en tan malas condiciones como los demás.



Figura 3.2.3 Ventilador 3

En la figura 3.2.3 vemos como este ventilador también por el paso de tiempo y falta de mantenimiento ya tiene corrosión y por la falta de uso las conexiones que transportan el agua se han optado mejor por desconectarse.



Figura 3.2.4 Ventilador 4

La figura 3.2.4 nos muestra como este ventilador afortunadamente no se encuentra tan deteriorado, haciendo así que su habilitación sea un poco más fácil.

Debido al daño interno que se tiene en estos equipos se optó por retirarlo algunos de estos equipos ya que se analizó su uso a futuro y se tomó la decisión que no era un equipo indispensable su manejo de forma programado y se optó por dejar de forma manual su uso para el tipo de cultivo que se maneja.



Figura 3.2.5 Equipo de riego.

En la figura 3.2.5 observamos como el equipo de riego de los ventiladores se encuentra deshabilitado, debido a la falta de uso.

3.3.- Monitor de temperatura y humedad

Se tiene instalado un sensor de temperatura y humedad con matrícula MT 530 SUPER es un instrumento que indica y controla la temperatura y humedad del ambiente, indicando para la humedad relativa baja y media del aire (a partir de 0 a 100%, sin condensación) y la temperatura de -10 a 70°C. Estos sensores se ensamblan en un único bulbo que ayuda a disminuir el espacio en el cableado de la instalación [9].



Figura 3.3.1 Sensor MT-530 SUPER

Debido a la falta de precaución y mantenimiento el sensor se dañó de forma irreparable



Figura 3.3.2 Daño en el circuito del sensor

3.4.- Instalación eléctrica del invernadero

La instalación eléctrica se encuentra en pésimas, se puede observar en la figura siguiente, el cableado de alimentación al centro de carga está expuesto, también se muestran signos de deterioro por una incorrecta colocación de tapas y conectores para que dicha instalación presente una firme estructura

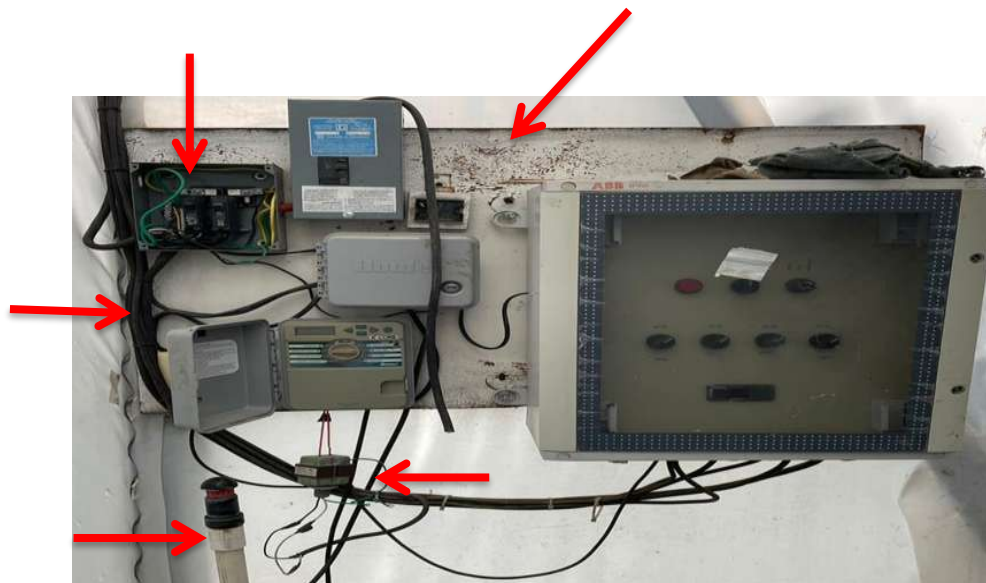


Figura 3.4.1 Tablero general

Se puede observar que el cable no está empotrados en tubería si no expuestos, al igual que el centro de carga no tiene puesta la pata, también se puede observar equipo colgando de los cables de alimentación.

También existe una válvula para desfogue de aire muy cerca de los tableros de control, lo que puede originar un corto circuito en caso de falla de la válvula.

Y por último todos los gabinetes y cajas de control están montados en una tabla cosa que no es adecuada para su uso.



Figura 3.4.2 Tablero de ventiladores abierto



Figura 3.4.3 Conexiones eléctricas en mal estado



Figura 3.4.4 Gabinetes al descubierto



Figura 3.4.5 Cables eléctricos colgando.

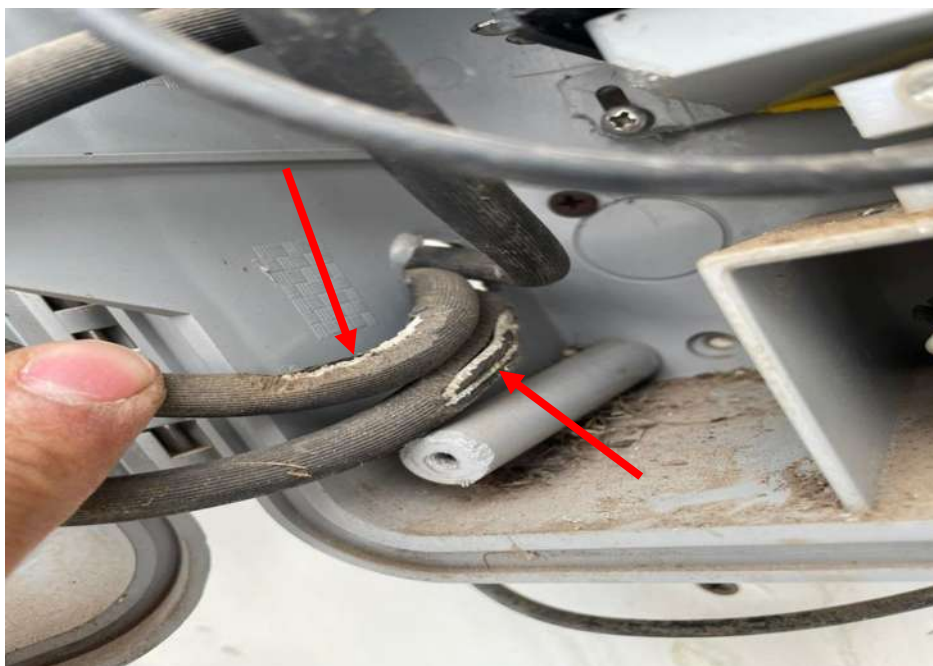


Figura 3.4.6 Cables en tableros en malas condiciones.

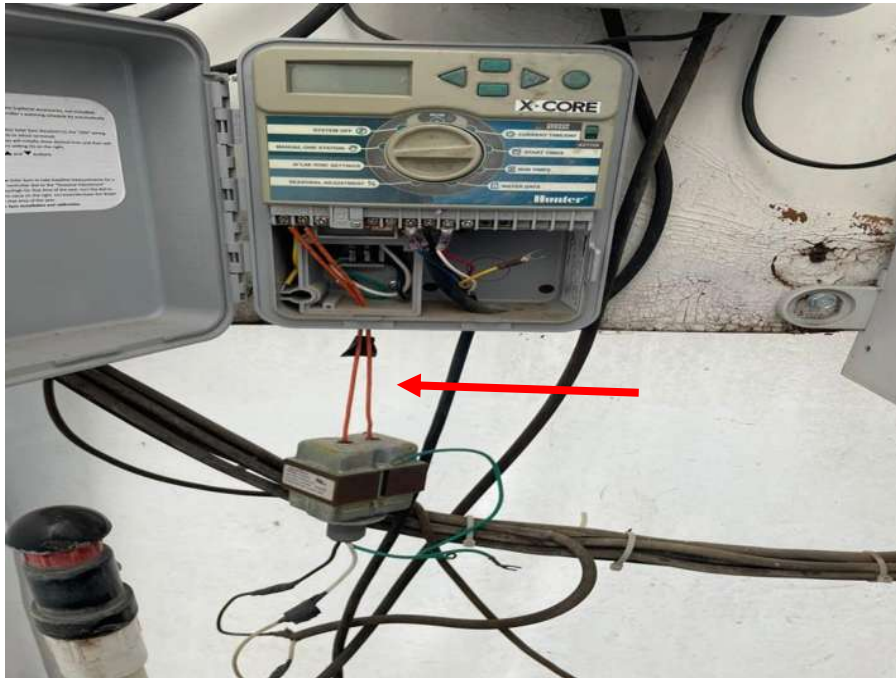


Figura 3.4.7 Equipo colgando de cables de alimentación.



Figura 3.4.8 Puertos de conexión llenos de basura.

Debido a la falta de precaución y mantenimiento se encuentran distintos tipos de fallas tanto en equipo como en instalación eléctrica.

Capítulo 4.- Rehabilitación de los equipos

4.1.- Tableros de alimentación eléctrica.

En la figura 4.1.1 se puede observar parte del proceso de mantenimiento dado al gabinete y a los equipos que se encuentran dentro de este.



Figura 4.1.1 Proceso de mantenimiento de gabinete.



Figura 4.1.2 Proceso de mantenimiento a gabinete.



Figura 4.1.3 Gabinete

En la figura 4.1.3 se observa el resultado final del gabinete después del proceso de mantenimiento.



Figura 4.1.4 Centro de carga.

En la figura 4.1.4 se puede observar el centro de carga, se quitaron los cables de alimentación que no estaban en uso, los cuales estaban expuestos y podrían haber provocado algún accidente. Y ahora los cables de alimentación de la entrada y salida del interruptor termo magnético, se colocados ya de manera más ordenada, para poder identificarlos de manera más sencilla.



Figura 4.1.5 Alimentación de panel de riego

Como vemos en la figura 4.1.5 las conexiones de los cables de alimentación se colocaron correctamente para que este funcione de manera adecuada, así como el transformador se colocó por dentro del panel como este lo indica, ya que, se encontraba colgando por la parte de afuera, donde podía causar algún accidente.

4.2.- Tablero de control de motores

En la figura 4.2.1 se observa la pieza que se encuentra por dentro de las perillas de control de las cortinas, a la cual se le dio mantenimiento para que diera el giro correctamente, y así al momento de accionarla el tablero detecte correctamente la señal

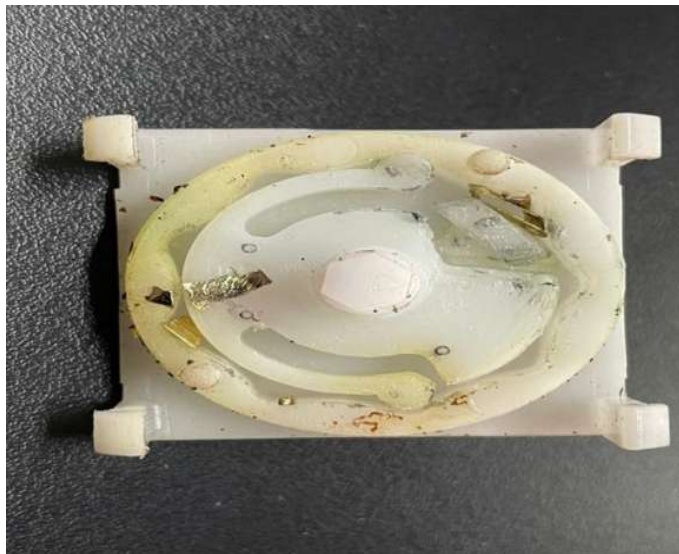


Figura 4.2.1 Parte de Perilla de Control de Cortinas.

En la figura 4.2.2 se observa la placa del circuito donde van las perillas ya sin suciedades e impurezas, para así, detectar la señal de manera correcta.

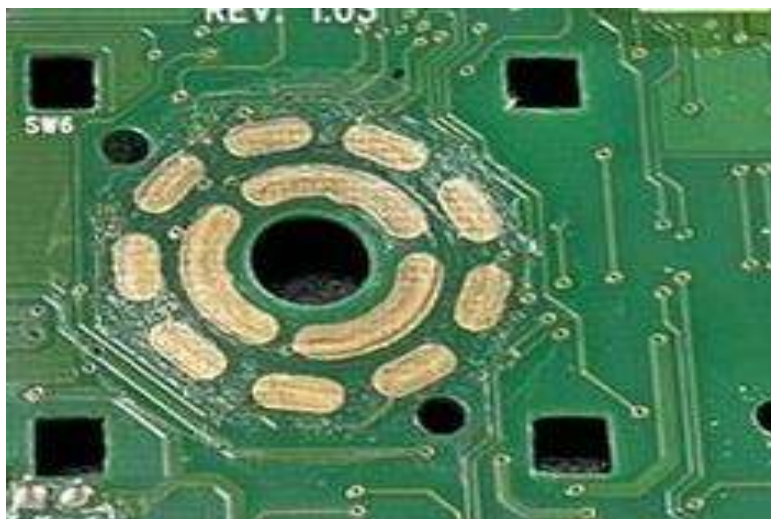


Figura 4.2.2 Placa de Perillas



Figura 4.2.3 Tablero de Control de Motores.

La figura 4.2.3 muestra el resultado final del tablero después del mantenimiento tanto interior como exterior, donde podemos observar como este ya se encuentra en un estado más limpio y con sus perillas ya colocadas de manera que estas funcionan correctamente al accionar las cortinas.

4.3.- Tablero de control de temperatura y humedad



Figura 4.3.1. Tablero de temperatura y humedad

En la figura 4.3.1 se observa como ya después de mantenimiento el tablero luce limpio y con los cables de alimentación ordenados, para identificarlos de manera más fácil.

Capítulo 5 Pruebas y resultados

Debido a la falta de presupuesto, los equipos fueron reparados en la medida de lo posible, y algunos otros fueron desechados, como, por ejemplo, el control de temperatura, sistema de control de riego, ventiladores para extracción de humedad, bomba rose adora de agua.

5.1.- Prueba de motores de cortinas

Se realizaron las pruebas de los motores de las cortinas tanto cenitales como laterales para comprobar su correcto funcionamiento.



Figura 5.2.1 Prueba de cortinas (arriba)



Figura 5.3.2 Prueba de cortinas (abajo)

Capítulo 6 Conclusiones

Se puede observar que el invernadero se encontraba en muy malas condiciones en general, algunos componentes estaban dañados debido a la falta de mantenimiento y precaución al momento de operar el quipo.

En el caso del sensor de humedad y temperatura se platicó con las personas encargadas del invernadero y se planteó la instalación de otro sensor, pero debido a la falta de presupuesto y conocimiento del personal se optó por dejar de forma manual los ventiladores y las bombas de riego.

Debido a la falla que se presentaba en algunos ventiladores se planteó la propuesta de hacer las reparaciones correspondientes pero la falta de recursos que se presenta en la institución se optó por retirar el equipo dañado y solo trabajar con el equipo que se encuentra en buenas condiciones.

A los motores se les realizó mantenimiento preventivo en las conexiones y en el sistema de control en el tablero. En el mecanismo de embobinado de la cortina, se engrasaron los rodamientos y engranes de este.

Se acondicionaron todos los empalmes eléctricos ya que se encontraban en pésimas condiciones y existía la posibilidad de algún corto circuito o alguna descarga eléctrica a las personas que ahí trabajaban.

En el tablero general de control se cambiaron algunos cables ya que se encontraban roídos ya que la mayoría del tiempo dejaba abierto el gabinete de control.

Se reubicó el equipo que se encontraba colgando a su posición original dando un mejor aspecto a la instalación y con propósito de reducir fallas.

Las reparaciones se ven sencillas, pero se requiere de una mano calificada para poder realizarlas como se debe.

Bibliografía

[1]	«PORTAL INSST,» [En línea]. Available: https://www.insst.es/-/que-es-un-invernader-1 .
[2]	«SNAPGOL,» [En línea]. Available: https://www.spagnol.com/es-es/soluciones/invernaderoautomatizado#:~:text=En%20un%20invernadero%20automatizado%20el,que%20estos%20sean%20escrupolosamente%20obtenidos..
[3]	«INTEREMPRESAS,» [En línea]. Available: https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/33362-Los-invernaderos-del-siglo-XXI.html .
[4]	«MI JARDIN IBERICO,» [En línea]. Available: https://www.jardiniberico.es/origen-del-invernadero .
[5]	«FABRICANTES DE INVERNADEROS Y SISTEMAS DE RIEGO,» [En línea]. Available: https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos/ .
[6]	«DIRECTORIO DE EMPRESAS, ARTICULOS CULTIVOS Y NEGOCIOS AGRICOLAS,» [En línea]. Available: https://www.infoagro.com/documentos/principales_tipos_invernaderos__parte_i_.asp .
[7]	«HORTICULTIVOS,» [En línea]. Available: https://www.horticultivos.com/featured/principales-tipos-invernaderos/ .
[8]	«HYDRO ENVIRONMENT,» [En línea]. Available: https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&products_id=1172 .
[9]	«FULL GAUGE CONTLS,» [En línea]. Available: https://www.fullgauge.com/es/productos-mt-530-super .