Licenciatura: Ingeniería mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño y construcción de un invernadero para pimientos dentro de un sistema acuapónico y diseño de su automatización.

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 21I

Datos del Alumno:

Garrido Buendía Santiago. 2172002114

garridosantiagob@gmail.com

Firma. _____

Iñiguez González Mauro. 2163000353

mauro.ini.9.com@gmail.com

Firma. _____

Datos del asesor

M. en C. Meliton Ezequiel Rodriguez Rodriguez

Profesor titular B

Departamento de Electrónica

Teléfono: 5545787608

err@azc.uam.mx

Firma. _____

Fecha: 31/05/2021

Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Firma del alumno: _____

Garrido Santiago Buendía

Firma del alumno: _____

Iñiguez Gonzalez Mauro

Firma del asesor: _____

M. en C. Meliton Ezequiel Rodriguez Rodriguez

1. Introducción.

Hort Americas define al invernadero como una estructura utilizada para proteger los cultivos y extender la ventana de producción. Mientras que la acuaponía consiste en la integración de dos métodos de cultivos: la acuacultura y la hidroponía. Este método es muy útil en zonas urbanas y uno de los retos de control es el flujo del agua del sistema.

Para producir una cosecha rentable y de calidad es necesario el control de las variables ambientales (temperatura, nivel de humedad, ventilación y luz) dentro del invernadero, por ello la selección de los materiales de construcción es crucial y de ser necesario se utilizan equipos como:

- Extractores y paredes húmedas para aumentar la humedad y bajar la temperatura.
- Quemadores de queroseno para aumentar la temperatura.
- Ventiladores calculados para las exigencias del recinto y cultivo
- Lámparas led para controlar el espectro y la duración del día.

La operación del invernadero puede llevarse de manera manual con la ayuda de un operador experimentado, sin embargo, el descuido en la ingeniería de diseño del invernadero por falta del correcto estudio del balance de energía y el control manual poco preciso resulta en cultivos de mala calidad e incluso pérdida de la producción al enfrentar problemas climáticos.

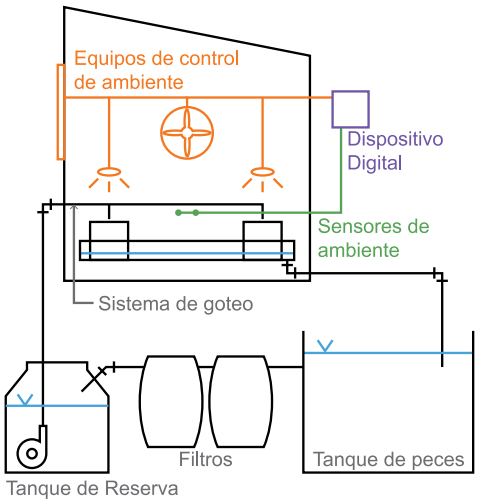

Ilustración 1: Diagrama simplificado del sistema

La selección de los materiales de construcción y el equipo para el manejo y monitoreo de las variables ambientales, dentro del invernadero, así como control de los niveles de agua del tanque de peces y reserva, garantizarán el cumplimiento de las condiciones de operación del cultivo. Así mismo, la automatización de la activación y desactivación de los equipos, a través de sensores de humedad y temperatura conectados a un dispositivo digital, proporcionará una mayor eficiencia de operación al invernadero. La Ilustración 1 muestra un diagrama simplificado del sistema completo tentativo.

El financiamiento del proyecto correrá por parte de los alumnos.

2. Antecedentes.

En la Ciudad de México en el año 2014, los alumnos Baltazar Aguilar, J., Enciso Hernández, D. y Vargaz Dominguez, M. A. del Instituto Politécnico Nacional, presentaron su tesis titulada: “Diseño e implementación de un dispositivo digital para el control de la temperatura en un invernadero de tomate” [1]. En donde propusieron una solución para la automatización en el diseño de un sistema de monitoreo y control de temperatura para el invernadero usando Arduino y PLC (Programmable

Logic Controller). Esta tesis servirá para tener precedentes de automatización con Arduino, sus ventajas y desventajas.

En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narra, en el año 2011, se presentó la tesis titulada: “Diseño y construcción de invernadero para la producción de hortalizas” por parte de Horel Lucio Santizo Velázquez para el título de Ingeniería agrónoma en irrigación [2]. En su trabajo presentó los parámetros de diseño aceptables para invernaderos, en donde se mencionan los tipos de invernadero, orientación y luminosidad. La construcción del invernadero tendrá una estructura tentativa de tipo inclinado, el cual puede decirse es un fragmento del invernadero de dientes de sierra. En la ilustración 2 se puede observar los tipos de invernadero según la clasificación de Hort Americas

Los alumnos Mauro Iñiguez Gonzalez y Santiago Garrido Buendía, autores de este proyecto tomaron el curso “Ingeniera en Diseño de Invernaderos” de la empresa Hort Americas, impartido por M.C. Karla Patricia García, Investigadora premiada por la Sociedad Internacional de Ciencia en Horticultura en Quebec, Canadá 2016 [3]. En este curso los alumnos se instruyeron en los parámetros del balance de energía necesarios a controlar dentro de un invernadero, así como las variables a controlar como lo son la temperatura, humedad, luz y ventilación para lograr un uso adecuado de la ingeniería de automatización. De igual modo se abordó la importancia en el diseño y construcción de los diferentes tipos de invernadero, tomando como referencia la ubicación, tipo de clima, tipo de siembra, luz solar, entre otros.

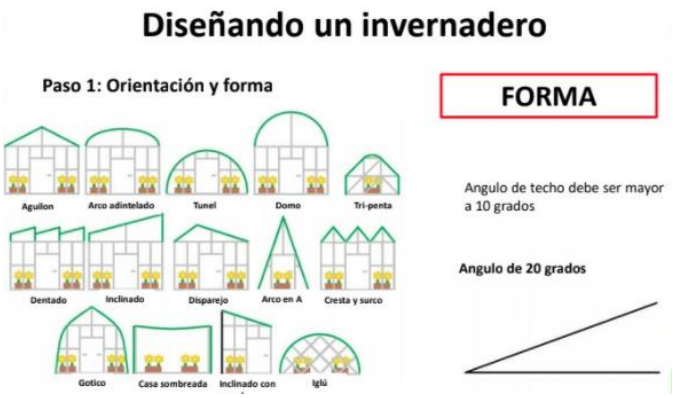

Ilustración 2 Tipos de Invernadero

3. Justificación.

La producción de un cultivo de alta calidad es primordial para cumplir con las exigencias del mercado. El invernadero con ambiente controlado proporciona la capacidad de generar cultivos competitivos y su automatización mejora la eficiencia y rentabilidad de este.

Además, el uso de un sistema acuapónico con invernadero representa una excelente alternativa para la producción de cultivos dentro de la Ciudad de México y para combatir la carencia de acceso a la alimentación creando economías de autoconsumo o comunales [4].

4. Objetivos.

Objetivo general:

Diseñar y construir un invernadero de pimientos dentro de un sistema acuapónico a partir de los balances de energía y diseñar el sistema energético automatizado.

Objetivos particulares:

Diseñar y construir un invernadero de aproximadamente 8m2 para 36 plantas de pimiento tomando en cuenta la transferencia de calor que presentan los materiales de cobertura con el exterior del invernadero.

Calcular los requerimientos energéticos de ventilación, enfriamiento y calefacción para el invernadero construido.

Seleccionar y ubicar en el plano la instrumentación necesaria para el control de temperatura, humedad, ventilación y luz del invernadero construido.

Diseñar la automatización del sistema mediante el uso de un dispositivo digital Arduino

Implementar la automatización y control de los niveles de agua en el tanque de peces y tanque de reserva.

5. Descripción técnica

En este proyecto se diseñará un invernadero de estructura de madera de tipo inclinado con un área superficial aproximada de $8m^2$ y un volumen aproximado de $18m^3$ con cubierta plástica.

Para su control energético se propondrá la instrumentación para la ventilación, el enfriamiento, la calefacción y el manejo de luz integral diaria según los requerimientos para el cultivo de pimientos.

Para la automatización se propone utilizar un dispositivo digital Arduino equipado con sensores para la lectura de humedad y temperatura, logrando la activación o desactivación de los equipos de control ambiental dentro del invernadero a través de relés.

6. Normatividad

En la construcción de Invernaderos en México, existe una norma llamada a Norma NMX-E-255-CNCP-2008, la cual especifica el proceso que debe seguirse para el diseño de invernaderos, así como los principios generales, requisitos de resistencia mecánica, estabilidad, estado de servicio y durabilidad para el proyecto y la construcción de estructuras de invernaderos comerciales con

cubiertas de películas plásticas, incluyendo las cimentaciones, para la producción de plantas y cultivos.

Para la instalación eléctrica, este proyecto se basa en la norma NOM-001-SEDE-2012 con el propósito de regular y estandarizar los diferentes tipos de instalaciones eléctricas. En esta parte se engloba todo el proceso de automatización que conlleva nuestro proyecto, así como el centro de control y todas las instalaciones.

Se implementará la norma NOM-007.STPS-2000 la cual se refiere a las actividades agrícolas, instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas relacionadas a este ámbito. También se enfoca en las condiciones de seguridad.

7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica I.

Actividades del trimestre 21-P		Semana										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Investigar las condiciones necesarias para el cultivo	X										
2	Realizar el diseño del invernadero	X	X									
3	Elaborar los planos finales y la cotización			X								
4	Adquirir el material			X	X							
5	Construir el invernadero				X							
6	Selección de la instrumentación				X	X						
7	Elaborar los planos de montaje para los equipos					X						
9	Seleccionar los componentes a utilizar						X					
10	Desarrollar el código de programación							X	X	X		
11	Adquirir los equipos a implementar								X	X	X	
12	Implementar y realizar el ajuste final										X	
13	Elaborar y entregar el reporte final	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

8. Entregables

1) Memoria de cálculos de balances de energía del sistema.
2) Plano del invernadero con instrumentación para el control del ambiente.
3) Propuesta de la automatización del invernadero

4) Evidencias fotográficas
5) Reporte final

9. Referencias bibliográficas

[1] Baltazar, J., Enciso, D. y Vargas, M. A., 2014 “Diseño e implementación de un dispositivo digital para el control de la temperatura en un invernadero de tomate,” Tesis para obtener título de Ingeniería en control y automatización, Instituto Politécnico Nacional.

[2] Santizo, H. L., 2011, “Diseño y construcción de invernaderos para la producción de hortalizas”. Tesis para obtener título de Ingeniería Agrónoma en Irrigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

[3] Patricia, G., 2021, Gerente Hort Americas México, Instructora avalada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Registro: GACK891213N71-0005

[4] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural., 2020. “Acuaponía: alimentos sostenibles en formas alternativas”, de https://www.gob.mx/agricultura/articulos/acuaponia-alimentos-sostenibles-en-formas-alternativas?idiom=es

[5] Ponce, P., Molina, A., Cepeda, P. y Lugo, E., 2015, *Greenhouse Design and Control*, CRC Press/Balkema, London, UK.

10. Terminología

Acuaponía: Sistema de producción cerrado que integra la técnica de la acuicultura con la hidroponía, es decir, es una combinación de la producción de peces y la producción de hortalizas sin suelo por el medio común “agua”.

11. Infraestructura

Para el proyecto tecnológico no se hará uso de la infraestructura de la UAM Azcapotzalco. El invernadero se construirá en la azotea de un domicilio particular ubicado en Atizapán de Zaragoza Edo. De Mex.

12. Asesoría complementaria

No aplica

13. Publicación o difusión de resultados

No aplica

14. Tabla observaciones

Página	Observaciones	Modificaciones
1	Los tres verbos se están aplicando a la automatización y no al invernadero. ¿Qué es lo importante, la automatización o el invernadero? Considerando las actividades descritas, parece que “planeación” no concuerda con la descripción del proyecto.	Se replanteo el título enfocado más al diseño del invernadero y menos en la automatización
3	Introducción Extensa en mi opinión, con información que no debería de estar aquí	Se omitieron partes de la introducción que no tenían mucha relevancia y se redujo la explicación
3	Describan con mayor amplitud el alcance de la automatización esperada.	Se describe el proceso de la automatización planeada en el proyecto, así como un alcance general
5	El Objetivo General no es claro y no tiene relación directa con el proyecto a realizar	Se replanteo el Objetivo general considerando el enfoque principal del proyecto
5	Los Objetivos Particulares no se engloban en el objetivo general	Debido al cambio hecho con el objetivo general, los objetivos particulares se engloban en el objetivo general
5	Las dos opciones (Arduino y PLC) son muy diferentes en costos, la opción por PLC podría requerir la inversión bastante elevada. ¿por qué no se restringe a una sola opción?	Se cambio la automatización únicamente restringiendo el uso de Arduino para evitar costos elevados y poder crear un mejor enfoque.
5	No está claro los elementos que emplearán para la automatización	Se específico que se utilizará un dispositivo digital equipado con sensores de humedad, sensores de temperatura y relés.
5	¿Cuáles son los parámetros que se requieren cumplir para su diseño?	Se agregó la frase “según los requerimientos para el cultivo de pimientos.” Para indicar que los parámetros a cumplir son los requeridos por el cultivo.

5	¿Qué tipo de entradas y salidas requieren que debe tener en PLC? ¿Qué tipo de sensores están planeando? ¿Cuántos módulos de acoplamiento de señal requieren? ¿Se cuenta con la licencia para programar el PLC?	Se replanteo el proyecto a sólo usar Arduino como dispositivo digital y se especificó que se utilizaran sensores de humedad y temperatura.
6	Considero que las actividades dependen de los elementos que empleen	Se replantearon las actividades dentro del cronograma escogiendo al Arduino como dispositivo digital.