



**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo.**



Ingeniería en Sistemas Computacionales (2020)

Unidad de temática 1: Fundamentos

Segundo Milestone

Ingeniería de software

Gonzales Ramírez Marko Alfonso

6CV2

Integrantes del equipo:

Integrante	Participación
Bautista Ríos Alfredo	100%
De Jesús Chávez Luis Josué	100%
Gómez Flores Dylan	100%
Martínez Pérez Raúl	100%
Zúñiga Bolaños Diego Samuel	100%

Fecha de entrega: 27/03/2024

Índice

RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE	3
ISOLOGO DEL EQUIPO	4
SLOGAN	4
NOMBRE DEL PROYECTO	4
INTRODUCCIÓN	5
MARCO TEORICO	7
Creación del circuito. (Hardware)	8
ESTADO DEL ARTE	18
Problemática	28
Propuesta de solución	28
Justificación	29
Objetivo General	30
Objetivos específicos	30
Metodología	30
KANBAN	30
Cronograma	32
Análisis de riesgos.....	33
Identificación de riesgos	33
PROBABILIDAD E IMPACTO	34
JERARQUIZACION	35
Hojas de información de riesgos.....	37
Método de estimación	58
Conclusiones	79
Referencias	80

RESUMEN

Los invernaderos, al crear microclimas controlados, permiten el cultivo de plantas específicas en regiones donde las condiciones climáticas o del suelo no son lo suficientemente favorables. Sin embargo, esta práctica puede generar una dependencia de las plantas a estos ambientes artificiales, dificultando su crecimiento en condiciones naturales fuera de ellos. La regulación constante de temperatura, humedad y luz puede llevar a que las plantas se adapten a estas condiciones específicas y pierdan la capacidad de adaptarse a variaciones ambientales. Para evitar esta "domesticación", se propone un sistema de regulación que solo actúe en momentos críticos de temperatura, luz y humedad, permitiendo que las plantas experimenten fluctuaciones y desarrollen resiliencia. Este enfoque busca equilibrar los beneficios de los invernaderos con la necesidad de preservar la capacidad de adaptación de las plantas. Al reducir la intervención humana, se fomenta una agricultura más sostenible y se protege la diversidad genética de los cultivos.

PALABRAS CLAVE

Invernadero, luz, humedad, temperatura, ambiente, resiliencia.

ISOLOGO DEL EQUIPO



SLOGAN

"Datos verdes, cultivos más fuertes: monitoreo ambiental para el éxito agrícola."

NOMBRE DEL PROYECTO

"TerraTech"

INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna enfrenta constantes desafíos para aumentar la productividad y la eficiencia en un contexto de creciente demanda de alimentos y recursos naturales limitados. En este sentido, el cultivo en invernaderos ha surgido como una práctica fundamental para optimizar el rendimiento de los cultivos al proporcionar un entorno controlado que permite ajustar y mantener condiciones ambientales óptimas.

El éxito de los cultivos en invernaderos depende en gran medida de la capacidad para monitorear y regular factores ambientales clave como la luz, la humedad y la temperatura. El conocimiento preciso de estas variables permite tomar decisiones informadas para maximizar el crecimiento y la salud de las plantas, así como para prevenir enfermedades y minimizar el uso de recursos.

En respuesta a esta necesidad, el presente trabajo se centra en el diseño e implementación de un sistema de monitoreo ambiental específicamente diseñado para invernaderos. Este sistema integra una variedad de tecnologías, incluyendo sensores de última generación y microcontroladores programables, con el objetivo de proporcionar una solución completa y eficiente para el monitoreo continuo de las condiciones ambientales.

La base de este sistema radica en la utilización de sensores especializados, tales como el sensor de humedad DHT11, una fotorresistencia para la medición de la luz y el sensor LM335 para la temperatura. Estos dispositivos son capaces de capturar datos precisos y en tiempo real sobre las condiciones dentro del invernadero, lo que permite una monitorización exhaustiva y detallada de los factores ambientales relevantes.

La recopilación y transmisión de los datos obtenidos por los sensores se llevará a cabo mediante un microcontrolador PIC16F877A, el cual será programado en lenguaje C para ejecutar las tareas de adquisición, procesamiento y comunicación de datos. Este microcontrolador actuará como el cerebro del sistema, coordinando todas las operaciones necesarias para garantizar un monitoreo ambiental eficiente y confiable.

Además, se desarrollará una interfaz gráfica de usuario en Python que permitirá la visualización y análisis de los datos recopilados. Esta interfaz proporcionará a los

usuarios una herramienta intuitiva y fácil de usar para interpretar los resultados del monitoreo ambiental, facilitando la toma de decisiones relacionadas con el manejo y control del invernadero.

Este trabajo busca contribuir al avance en la agricultura de precisión al proporcionar una solución innovadora y efectiva para el monitoreo ambiental en invernaderos. Se espera que este sistema no solo mejore la productividad y la eficiencia de los cultivos, sino que también promueva prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

MARCO TEORICO

Un invernadero es un lugar aislado, controlado y estático en el que se plantan gran cantidad de cultivos. Lo que diferencia a los cultivos hechos en un invernadero de los al aire libre, es controlar las variables que pueden afectar a los cultivos, como la humedad, la temperatura o la luz de las plantas. Además, se pueden obtener mayores rendimientos y producciones de calidad, a la vez que se pueden alargar los ciclos de cultivo, ya que es posible cultivar plantas que no están disponibles en otras épocas del año. [1]

Existen sistemas que permiten controlar automáticamente las variables que influyen en el crecimiento de los cultivos, en los que se puede controlar riego, climatizar el espacio del invernadero o controlar los fitosanitarios utilizados en los cultivos. Dichos invernaderos son un gran ejemplo de lo que el IoT puede hacer en la vida diaria de las personas y como la tecnología puede optimizar algunos trabajos haciéndolos más sencillos de controlar. [4]

Este proyecto se centra en proporcionar una herramienta que facilite la forma en la que se monitorean las variables de un invernadero, ya que para algunas personas puede ser un problema el no saber cómo medir las condiciones en las que está su invernadero. En este proyecto se combinan muchas tecnologías, pues se hizo un sistema con software y hardware para que sea más sencillo de entender para un usuario que no está tan involucrado con los sensores electrónicos usados para monitorear las variables de un invernadero. Es por eso por lo que se agregó la parte de software, que será una interfaz gráfica en la que el usuario pueda visualizar de mejor manera los cambios en su invernadero.

De esta forma, el proyecto se dividió en 2 partes esenciales:

- Creación del circuito. (Hardware)
- Programación. (Software)

Creación del circuito. (Hardware)

Para la parte de la humedad, se optó por un sensor que permite medir la temperatura y la humedad relativa en el ambiente como el DHT11. Se caracteriza por tener la señal digital calibrada por lo que asegura una alta calidad y una fiabilidad a lo largo del tiempo. Está constituido por dos sensores resistivos (NTC y humedad). Un NTC es un sensor de temperatura por resistencia, que incrementa su valor resistivo a medida que disminuye su temperatura mientras que el sensor de humedad capta el porcentaje de humedad del ambiente. Con estos dos componentes combinados podemos obtener una señal que represente a la humedad y de esta forma facilitar su representación en la interfaz. [3]

Como características de este sensor tenemos:

- + Fuente de alimentación: 3-5.5V
- + Elemento de detección: Resistencia de polímero
- + Rango de medición: humedad 20-90%RH temperatura 0-50°C
- + Exactitud: humedad +/-4%RH (Máx. +/-5%RH)
- + Temperatura +/- 2°C
- + Resolución y sensibilidad: humedad +/-1%RH
- + Temperatura 0.1° Histéresis de humedad: +/- 1%RH humedad
- + Estabilidad a largo plazo: +/-0.5%RH/año
- + Periodo de detección: 2s promedio
- + Dimensiones: 12 x 15 x 5mm

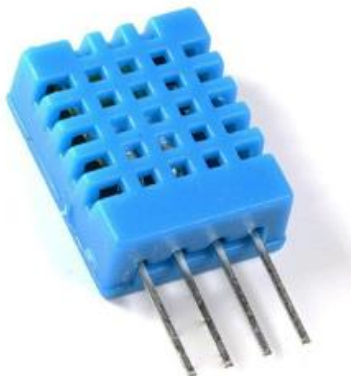


Figura 2. Imagen del sensor DHT11

Para la parte de la recepción de luz, tenemos una fotorresistencia. Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés light-dependent resistor. Los valores de la resistencia para estos dispositivos varían dependiendo del uso que le demos y la luz disponible, los valores típicos varían entre $1\text{ M}\Omega$, o más, en la oscuridad y $100\ \Omega$ con luz brillante. Al poder variar la cantidad de resistencia dependiendo de la luz a la que esté expuesta este componente, podemos hacer un puente resistivo en el cual podamos convertir la cantidad de resistencia que tiene el componente a un valor de intensidad de luz el cual podemos usar para representar la intensidad de luz a la que están expuestas las plantas.

Algunas de las características de este sensor son:

- + Encapsulado epoxi
- + Respuesta rápida
- + Tamaño pequeño
- + Alta sensibilidad
- + Rangos de temperatura: $-30^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- + Resistencia a 10 Lux: $45 - 140\text{k}\Omega$
- + Resistencia a oscuridad: $10\text{ M}\Omega$

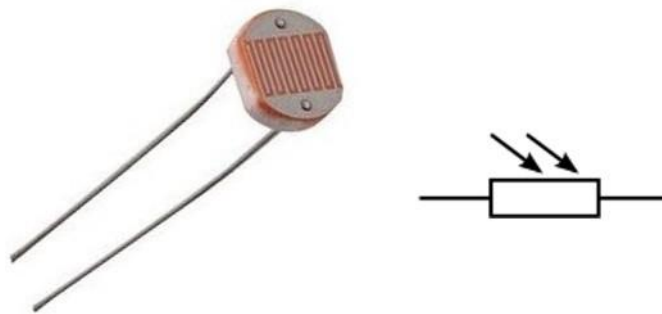


Figura 3. Imagen de una fotorresistencia.

El PIC16F877A será el microcontrolador encargado de todas las funciones de nuestro circuito, ya que será como el cerebro de nuestro proyecto. Recibirá las señales de los sensores y podrá transmitirlos a un ordenador, necesario para representar las variables en la interfaz gráfica. Este microcontrolador es uno de los más fáciles de programar, pues se puede programar en lenguaje C. En este dispositivo hay que asignar los pines que usaremos como entradas y salidas, además de las funciones que queremos que haga, por eso se necesita planificar la lógica a utilizar. [5]

Algunas de las características de este microcontrolador son:

- + Voltaje de operación: 4V a 5.5V
- + Comparadores: 2 ADC 8 ch, 10-bit
- + EEPROM: 256 Bytes
- + RAM: 368 Bytes
- + Memoria Flash: 14Kb
- + Máxima frecuencia de trabajo: 20 MHz
- + Timer: Dos de 8 bit y uno de 16 bit
- + Dimensiones: 3.81 mm x 13.84 mm x 52.2 mm
- + Peso: 6 g
- + Temperatura de trabajo: -40°C a 125°C

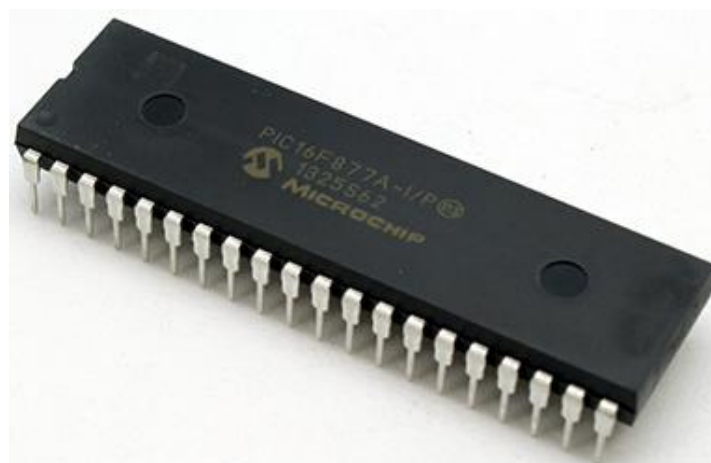


Figura 4. Imagen del PIC16F877A

Por último, la pantalla de cristal líquido (LCD) es una tecnología de visualización ampliamente utilizada en dispositivos electrónicos como televisores, monitores de computadora, teléfonos móviles y muchos otros. Su popularidad se debe a su bajo consumo de energía, diseño delgado y capacidad para producir imágenes nítidas y de alta calidad.

El funcionamiento de una pantalla LCD se basa en la manipulación de la luz a través de cristales líquidos. Estos cristales, en estado natural, se encuentran en una fase intermedia entre sólido y líquido, lo que les otorga propiedades únicas. Cuando se aplica un campo eléctrico a los cristales líquidos, estos cambian su orientación, lo que a su vez modifica la forma en que la luz los atraviesa.

Una pantalla LCD típica consta de varias capas. La capa más externa es una lámina de vidrio polarizado que filtra la luz en una dirección específica. Detrás de esta capa, se encuentra una capa de cristales líquidos que están dispuestos entre dos electrodos transparentes. Estos electrodos están conectados a un circuito que controla el voltaje aplicado a los cristales.

Al aplicar diferentes voltajes a los electrodos, se puede controlar la orientación de los cristales líquidos en cada píxel de la pantalla. Esto permite bloquear o permitir el paso de la luz de fondo, que generalmente es proporcionada por LEDs ubicados detrás de la capa de cristales líquidos. La luz que atraviesa los cristales es filtrada nuevamente por otra lámina de vidrio polarizado antes de llegar a nuestros ojos.

Mediante la combinación de diferentes voltajes y filtros de color, se pueden crear imágenes a todo color en la pantalla LCD. Cada píxel de la pantalla está formado por tres subpíxeles, uno rojo, uno verde y uno azul. Al controlar la intensidad de la luz que pasa a través de cada subpíxel, se pueden generar todos los colores del espectro visible.

Características importantes de las pantallas LCD:

- Bajo consumo de energía: Las pantallas LCD consumen menos energía que otras tecnologías de visualización, como las pantallas de plasma o CRT.

- **Diseño delgado y ligero:** La estructura de las pantallas LCD permite fabricar dispositivos más delgados y ligeros que los que utilizan otras tecnologías.
- **Alta resolución y nitidez:** Las pantallas LCD pueden alcanzar altas resoluciones y ofrecer imágenes nítidas y detalladas.
- **Amplio ángulo de visión:** La mayoría de las pantallas LCD modernas ofrecen amplios ángulos de visión, lo que permite ver la imagen desde diferentes posiciones sin distorsión.
- **Versatilidad:** Las pantallas LCD se utilizan en una amplia variedad de dispositivos, desde pequeños relojes hasta grandes televisores.

Programación (Software)

Programación del PIC16F877A.

Para el microcontrolador, se decidió utilizar lenguaje C para su programación, ya que es un lenguaje más simple y del cual tenemos mayor experiencia que la otra forma de programar este dispositivo, que es con lenguaje ensamblador.

Algunas de las funciones que tenemos que programar son las siguientes:

- **Configuración inicial:** El código comienza con la inclusión de bibliotecas y la configuración de fuses, pines de E/S, configuración de ADC, configuración de USART, entre otros.
- **Definiciones y variables:** Se definen pines de E/S, constantes y variables necesarias para el funcionamiento del programa, incluyendo valores de resistencia, valores de humedad, valores de voltaje, entre otros.
- **Funciones de inicialización y lectura de datos del sensor DHT11:** Se definen funciones para generar la señal de inicio del sensor DHT11, verificar la respuesta del sensor y leer los datos del sensor, incluyendo la temperatura y la humedad.
- **Función principal (main):** En el bucle principal, se realizan las siguientes tareas:
 - Se leen los datos de sensores analógicos (temperatura y luz).
 - Se procesan y calculan los datos de los sensores.

- Se controla una lámpara y un motor en función de los valores de luz y humedad.
- Se lee y procesa un mensaje de riego recibido por USART.
- Se envían mensajes por USART con los datos de temperatura y humedad.
- Se realiza la comunicación con el sensor DHT11 para obtener los datos de humedad y temperatura.
- Se imprime un mensaje de error en caso de que ocurra algún problema en la comunicación con el sensor.

Programas utilizados.

Programación del PIC

Para esta parte, se decidió utilizar la aplicación MPLAB, debido a que ofrece una gran cantidad de herramientas que nos ayudan a nuestro proyecto.

MPLAB X IDE es una herramienta esencial para la programación de microcontroladores PIC, como el PIC16F84A, debido a sus numerosas ventajas y características. Este entorno de desarrollo integrado, desarrollado por Microchip Technology, ofrece un conjunto de herramientas robustas y específicas para el desarrollo de aplicaciones embebidas, facilitando tanto la programación como la depuración de microcontroladores.

Una de las principales ventajas de MPLAB X IDE es su integración completa con los productos de Microchip. Esto incluye tanto hardware como software, lo cual es crucial para el desarrollo de aplicaciones con el PIC16F84A. MPLAB X proporciona soporte nativo para todos los microcontroladores PIC y dsPIC, permitiendo a los desarrolladores trabajar con una amplia gama de dispositivos sin necesidad de cambiar de entorno. Esta compatibilidad asegura que los desarrolladores puedan aprovechar todas las características del PIC16F84A, como la capacidad de recibir datos de un circuito externo y transmitirlos a una computadora.

Otra ventaja significativa es la facilidad de uso que ofrece MPLAB X IDE. Su interfaz intuitiva y bien organizada permite a los usuarios, tanto principiantes como avanzados, configurar proyectos y gestionar su código de manera eficiente. La creación de proyectos es sencilla, y el entorno proporciona asistentes y plantillas que guían al usuario a través del proceso de configuración, lo cual es especialmente útil cuando se trabaja con protocolos de comunicación y periféricos del microcontrolador. Además, MPLAB X incluye un editor de código avanzado con resaltado de sintaxis, autocompletado y herramientas de análisis estático que facilitan la escritura y el mantenimiento del código.

La capacidad de depuración de MPLAB X IDE es otro de sus puntos fuertes. El entorno soporta una amplia gama de depuradores y programadores de Microchip, como el PICkit, ICD y Real ICE, lo que permite a los desarrolladores probar y verificar su código en tiempo real. Esta funcionalidad es esencial cuando se trabaja con el PIC16F84A para asegurar que los datos recibidos del circuito externo se procesen y transmitan correctamente. El depurador de MPLAB X permite establecer puntos de interrupción, observar el estado de las variables y registros, y monitorear el flujo del programa, facilitando la identificación y corrección de errores.

Además, MPLAB X IDE es multiplataforma, funcionando en Windows, macOS y Linux. Esta flexibilidad permite a los desarrolladores trabajar en el sistema operativo de su preferencia sin problemas de compatibilidad, lo cual es especialmente valioso en entornos de desarrollo diversos. La capacidad de trabajar en distintas plataformas sin necesidad de ajustes adicionales optimiza el flujo de trabajo y reduce los tiempos de configuración.

La integración con el compilador MPLAB XC8 es otra ventaja clave. Este compilador está diseñado específicamente para los microcontroladores de 8 bits de Microchip, como el PIC16F84A, y ofrece una optimización avanzada del código, lo cual es crucial para maximizar el rendimiento y la eficiencia del microcontrolador. El uso conjunto de MPLAB X IDE y MPLAB XC8 garantiza que el código generado sea eficiente y esté perfectamente adaptado al hardware del PIC16F84A.

Finalmente, la extensa documentación y el soporte de la comunidad son aspectos fundamentales de MPLAB X IDE. Microchip proporciona una amplia gama de recursos, incluyendo manuales, guías de usuario, ejemplos de código y foros de discusión, que son invaluable para resolver problemas y aprender nuevas técnicas. Esta vasta cantidad de información y soporte facilita el desarrollo y la implementación de proyectos complejos, asegurando que los desarrolladores tengan acceso a las mejores prácticas y soluciones disponibles.

Simulaciones del circuito

Para las simulaciones de nuestro circuito decidimos usar proteus, por su gran cantidad de componentes y una interfaz sencilla de usar y comprender.

Proteus es una herramienta altamente reconocida en el ámbito de la simulación y diseño de circuitos electrónicos, y se destaca por sus múltiples ventajas cuando se trata de desarrollar sistemas embebidos. Utilizar Proteus para diseñar y construir un circuito que recolecte datos de luz, temperatura y humedad, y los transmita a una computadora, ofrece una serie de beneficios significativos que facilitan el desarrollo y optimización del proyecto.

Una de las principales ventajas de Proteus es su capacidad de simulación interactiva. Proteus permite a los diseñadores crear y probar sus circuitos en un entorno virtual antes de construirlos físicamente. Esta capacidad de simular tanto el hardware como el firmware en un entorno cohesivo es invaluable. Los desarrolladores pueden verificar el comportamiento del circuito bajo diferentes condiciones sin necesidad de ensamblar físicamente el hardware, lo que ahorra tiempo y recursos. Esto es particularmente útil cuando se trabaja con sensores de luz, temperatura y humedad, ya que permite ajustar y calibrar el circuito para asegurar que los datos recolectados sean precisos y fiables.

Otra ventaja destacable de Proteus es su integración con diversos microcontroladores y módulos periféricos. Proteus soporta una amplia gama de microcontroladores, incluyendo los populares PIC, AVR y ARM, así como módulos de comunicación como Bluetooth, Wi-Fi y UART. Esta compatibilidad facilita la implementación de sistemas de

recolección de datos y transmisión. Por ejemplo, al diseñar un circuito que incluya sensores de luz, temperatura y humedad, Proteus permite integrar y programar el microcontrolador para procesar los datos de estos sensores y transmitirlos a una computadora mediante un módulo de comunicación adecuado, como un módulo Bluetooth o una conexión UART.

El entorno de diseño esquemático de Proteus es intuitivo y poderoso. Permite a los diseñadores crear esquemas detallados de sus circuitos utilizando una extensa biblioteca de componentes electrónicos. Esto facilita la visualización y organización del circuito, asegurando que todos los componentes estén correctamente conectados y configurados. La posibilidad de arrastrar y soltar componentes, así como ajustar sus propiedades fácilmente, acelera el proceso de diseño y reduce la probabilidad de errores. Además, Proteus ofrece herramientas avanzadas para la creación de PCB (placas de circuito impreso), lo que permite a los diseñadores llevar su proyecto desde el concepto hasta la fabricación con un solo software.

La capacidad de depuración en tiempo real es otro punto fuerte de Proteus. Los diseñadores pueden cargar el firmware en el microcontrolador simulado y ejecutar el circuito completo, observando el comportamiento del software y el hardware de manera simultánea. Esta característica es esencial para proyectos que requieren precisión y fiabilidad, como un sistema de recolección de datos de sensores ambientales. La depuración en tiempo real permite identificar y corregir errores en el código y en la configuración del hardware antes de construir el circuito físicamente.

Proteus también se destaca por su soporte comunitario y recursos educativos. Existe una gran cantidad de tutoriales, foros y documentación disponibles que facilitan el aprendizaje y la resolución de problemas. La comunidad activa de usuarios y desarrolladores de Proteus es un recurso invaluable para obtener ayuda y compartir conocimientos, lo que es particularmente útil para aquellos que se inician en el diseño de sistemas de recolección de datos y comunicación.

Finalmente, la flexibilidad multiplataforma de Proteus permite su utilización en diversos sistemas operativos, lo que brinda a los diseñadores la libertad de trabajar en el entorno

que prefieran. Esta característica es especialmente útil en equipos de desarrollo que utilizan diferentes plataformas.

ESTADO DEL ARTE

Al plantear la problemática, pensar en soluciones y llegar a lo que tenemos planeado hacer como proyecto. Nos encontramos con un mercado con productos que suplían de una manera muy similar todas estas necesidades por lo que realizamos un análisis detallado y a conciencia de estos para poder mejorar la competitividad de nuestro proyecto pensado en una gran escala.

Entre los productos encontrados encontramos algunas propuestas similares. Algunas mejor cimentadas y más complejas que la nuestra, algunas más sencillas, pero con el objetivo de resolver la misma problemática, entre estas haremos mención de cinco de las más populares y similares a nuestra propuesta de solución:

En primer lugar, encontramos a una empresa ya bien establecida de procedencia americana especializada en invernaderos, sensores, internet de las cosas y automatización, su nombre es HOBO y presentan un catálogo con diferentes sensores, entre los cuales podemos destacar tres productos que se encuentran en total sintonía con nuestro proyecto llevando a cabo funciones muy similares.

- En primer lugar, tenemos el HOBO Temperature/RH Data Logger este sensor se centra principalmente en, como su nombre lo indica, medir la temperatura. Y su hardware se encuentra relacionado a reforzar la comodidad, usabilidad y durabilidad del mismo, añadiendo características como un armazón a prueba de agua, conexión al dispositivo por vía bluetooth.

Entre otras funciones que también tiene este dispositivo están:

- Cómoda configuración inalámbrica y descarga a través de Bluetooth (alcance de 100 pies)
- Recupere datos en ubicaciones de difícil acceso
- Las alarmas visuales le avisan de las condiciones fuera de rango
- Carcasa compacta y resistente a la intemperie con montaje incorporado
- Vea los datos actuales en tiempo real con la aplicación gratuita HOBOconnect de Onset
- Comparta los datos descargados fácilmente desde su dispositivo móvil
- Precisión: +/- 0,2 °C y +/- 2,5 % de humedad relativa [11]



- El segundo producto similar que ofrecen es el HOB0 TidbiT MX Temperature 400' Data Logger este es bastante similar a el modelo anterior, con características bastante similares tanto del bluetooth como de la resistencia y durabilidad del hardware, lo que diferencia a este de su antecesor es que cuenta con una amplia capacidad para acumular registros de las mediciones de temperatura que hace. Fuera de eso también se destaca:
 - Cómoda configuración inalámbrica y descarga a través de Bluetooth
 - La gran memoria almacena 96.000 mediciones
 - Resistente al agua hasta 120 metros (400 pies)
 - La función de detección de agua registra cuándo el registrador está dentro y fuera del agua
 - Batería reemplazable por el usuario
 - La funda impermeable protege el registrador durante el despliegue
 - El LED indica cuando la temperatura supera el umbral establecido
 - Función de extensión de la duración de la batería
 - Funciona con la aplicación gratuita HOB0connect de Onset
 - Precisión de $\pm 0,2$ °C ($\pm 0,36$ °F) [12]



- Por parte de esta empresa encontramos el HOBO Temperature/Relative Humidity Data Logger. Este es el más afín y similar a nuestro proyecto ya que en general hace casi lo mismo, realiza mediciones de humedad relativa y de temperatura, debido a que esta empresa es mas profesional y establecida el modelo tiene valores agregados en el hardware con los que el nuestro no cuenta, como podria ser una carcasa digital donde se aprecia la medicion realizada y su carcasa aprueba de agua entre otras cosas. También destacan características como:
 - Comunicación inalámbrica a través de la tecnología Bluetooth
 - Fácil de implementar y descargar con la aplicación gratuita HOBObconnect
 - Umbrales de alarma altos y bajos visuales y audibles
 - Almacena 84.000 mediciones
 - Precisión: +/- 0,2 °C y +/- 2 % de humedad relativa
 - Función Encuéntrame/localizador
 - Tecnología de conectividad patentada [13]



- Por otro lado, de parte de una empresa independiente llamada climatec, que ofrece un sistema un poco más alejado de lo que nosotros planeamos hacer ya que esta más dirigido a la automatización total, no a la medición y control de variables físicas. Ya que, aunque si utiliza sensores para medir estas variables físicas, va más allá de eso ya que se centra en controlar otros periféricos para mantener en un punto deseado las mismas. Por lo mismo este sistema, es más robusto y completo, pero en esencia está relacionado a lo que hace el nuestro también, podemos también destacar que entre sus puntos a ofrecer más grandes se encuentran:
 - Un controlador con funcionamiento autónomo de su ordenador.
 - Diferentes opciones: 2, 4, 6 compartimentos climáticos.
 - Una misma estación para varios controladores, que puede llevar sondas de: Velocidad y dirección del viento, de Humedad Relativa, de Temperatura, de Lluvia, de Radiación.
 - Horario Astronómico. Posibilidad de un Software bajo Windows para su ordenador.

- Es posible comunicar varios equipos compatibles tanto de riego como de clima a su ordenador. [14]



- Como ultimo producto nos encontramos con una empresa mexicana llamada SensorGo que, como su nombre lo indica, se dedican a la venta de sensores de todo tipo, entre ellos sensores centrados en IoT que es donde aplica el producto que es similar al nuestro, un sensor de humedad relativa y temperatura, es bastante sencillo ya que solo es el sensor con su respectiva carcasa protectora sencilla sin ningún medio digital para obtener las mediciones, estas se muestran mediante una conexión al dispositivo, justo como nuestro proyecto. También podemos destacar características como:
 - Larga duración de la batería.
 - El monitoreo es 100% en tiempo real.
 - Cuenta con un chip de radio integrado de tipo SX1261. [15]

Producto	Empresa	Características	Tamaño
HOBO Temperature/RH Data Logger	HOBO	Cómoda configuración inalámbrica y	Pequeño

		<p>descarga a través de Bluetooth (alcance de 100 pies)</p> <p>Recupere datos en ubicaciones de difícil acceso</p> <p>Las alarmas visuales le avisan de las condiciones fuera de rango</p> <p>Carcasa compacta y resistente a la intemperie con montaje incorporado</p> <p>Vea los datos actuales en tiempo real con la aplicación gratuita HOBOnnect de Onset</p> <p>Comparta los datos descargados fácilmente desde su dispositivo móvil</p> <p>Precisión: +/- 0,2 °C y +/- 2,5 % de humedad relativa</p>	
HOBO TidbiT MX Temperature 400' Data Logger	HOBO	Cómoda configuración inalámbrica y descarga a través de Bluetooth	Pequeño

		<p>La gran memoria almacena 96.000 mediciones</p> <p>Resistente al agua hasta 120 metros (400 pies)</p> <p>La función de detección de agua registra cuándo el registrador está dentro y fuera del agua</p> <p>Batería reemplazable por el usuario</p> <p>La funda impermeable protege el registrador durante el despliegue</p> <p>El LED indica cuando la temperatura supera el umbral establecido</p> <p>Función de extensión de la duración de la batería</p> <p>Funciona con la aplicación gratuita HOBOnnect de Onset</p> <p>Precisión de $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,36\text{ }^{\circ}\text{F}$)</p>	
--	--	--	--

HOBO Temperature/Relative Humidity Data Logger	HOBO	Comunicación inalámbrica a través de la tecnología Bluetooth Fácil de implementar y descargar con la aplicación gratuita HOBOnnect Umbrales de alarma altos y bajos visuales y audibles Almacena 84.000 mediciones Precisión: +/- 0,2 °C y +/- 2 % de humedad relativa Función Encuéntrame/localizador Tecnología de conectividad patentada	Pequeño
Climatec variable viewer	Climatec	Un controlador con funcionamiento autónomo de su ordenador. Diferentes opciones: 2, 4, 6 compartimentos climáticos. Horario Astronómico. Posibilidad de un	Grande

		<p>Software bajo Windows para su ordenador.</p> <p>Es posible comunicar varios equipos compatibles tanto de riego como de clima a su ordenador</p>	
Sensor de humedad relativa y temperatura	SensorGo	<p>Larga duración de la batería.</p> <p>El monitoreo es 100% en tiempo real.</p> <p>Forma parte de un ecosistema completo en el que es totalmente compatible con otros productos de la misma marca.</p> <p>Cuenta con un chip de radio integrado de tipo SX1261</p>	Pequeño

DESARROLLO

Problemática

En un entorno controlado como un invernadero, las fluctuaciones en las condiciones ambientales pueden representar una amenaza significativa para el crecimiento y la salud de los cultivos.

El proyecto surge de la necesidad de optimizar y mejorar la producción agrícola en condiciones controladas, como las que se encuentran dentro de un invernadero. Los agricultores y productores enfrentan el desafío de mantener un equilibrio óptimo en las condiciones del invernadero para maximizar el crecimiento de las plantas y minimizar la incidencia de enfermedades y plagas. Este sistema se propone como una solución para gestionar de manera eficiente las variables ambientales críticas, tales como la temperatura, humedad, y luz, que influyen en el desarrollo de los cultivos.

El enfoque del sistema está en la detección temprana de condiciones adversas que podrían causar problemas en las plantas o propagación de enfermedades. Al alertar a los agricultores sobre estas condiciones, el sistema les permite tomar medidas preventivas inmediatas para mitigar los riesgos y proteger la salud de los cultivos.

Propuesta de solución

Desarrollar un sistema de monitoreo integral que permita a los agricultores detectar y prevenir condiciones adversas en un invernadero, con el fin de evitar la pérdida de plantas cultivadas y mejorar la eficiencia en la producción agrícola.

Un sistema de monitoreo de condiciones de invernadero ofrece una solución integral para mejorar la gestión agrícola y proteger la salud de los cultivos. Al proporcionar alertas tempranas y recomendaciones basadas en datos, este sistema ayuda a los agricultores a tomar decisiones informadas y proactivas, reduciendo así las pérdidas y optimizando la producción en el invernadero.

Para desarrollar un sistema de monitoreo de invernadero, utilizaremos un conjunto de componentes electrónicos que incluyen un sensor de temperatura LM335, un sensor de humedad y temperatura DHT11, una fotorresistencia para medir la luz y un

microcontrolador PIC16F877A. Conectaremos estos sensores al microcontrolador, programándolo para leer los datos de los sensores y tomar acciones según las condiciones detectadas. Además, implementaremos una interfaz de visualización para que los usuarios puedan ver los datos recopilados en tiempo real.

Con este sistema, los agricultores podrán monitorear y controlar las condiciones ambientales dentro del invernadero, lo que les permitirá optimizar el crecimiento de las plantas y evitar pérdidas debido a condiciones adversas.

Justificación

El sistema de monitoreo para el invernadero se centra en mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de la agricultura bajo condiciones controladas. Al proporcionar un medio para optimizar el crecimiento de los cultivos, prevenir pérdidas de cultivos y tomar decisiones informadas, el sistema contribuye significativamente a mejorar la rentabilidad y el éxito de las operaciones agrícolas en invernaderos.

El proyecto busca abordar desafíos inherentes a la agricultura en invernaderos, como la variabilidad ambiental y el riesgo de daños causados por fluctuaciones extremas en las condiciones. Al proporcionar una herramienta para monitorear continuamente estas variables críticas, el sistema permite tomar medidas proactivas para ajustar las condiciones del invernadero según las necesidades específicas de los cultivos.

La justificación también se basa en la eficiencia y la sostenibilidad. Al optimizar el uso de recursos como agua, energía y nutrientes a través del monitoreo y control de las condiciones ambientales, el sistema contribuye a reducir los desperdicios y los costos operativos asociados con la producción agrícola en invernaderos.

Además, el sistema de monitoreo facilita la toma de decisiones informadas al proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre las condiciones del invernadero. Esto permite a los agricultores ajustar los parámetros de cultivo, implementar medidas correctivas y anticipar problemas potenciales antes de que afecten negativamente la producción.

Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo para invernaderos que permita optimizar las condiciones ambientales de cultivo, prevenir pérdidas de cultivos y mejorar la eficiencia y la productividad de la agricultura bajo condiciones controladas.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de monitoreo que integre sensores de temperatura, humedad, luz y otros parámetros relevantes para la agricultura en invernaderos.
- Seleccionar y configurar los componentes electrónicos adecuados, como sensores y microcontrolador, para garantizar la precisión y confiabilidad del sistema.
- Desarrollar una interfaz de control y gestión que permita la adquisición, procesamiento y visualización de datos obtenidos por los sensores en tiempo real.
- Realizar pruebas y ajustes necesarios para verificar la precisión y eficacia del sistema, corrigiendo posibles fallos o mejorando su desempeño.
- Implementar el sistema de monitoreo en un entorno similar al de un invernadero, asegurando una correcta instalación y funcionamiento de todos los componentes.

Metodología

KANBAN

La metodología Kanban es un enfoque ágil para la gestión de proyectos basado en visualizar el trabajo, limitar el trabajo en progreso y optimizar el flujo de trabajo. En el contexto de la ingeniería de software, Kanban se utiliza para optimizar los procesos de desarrollo, aumentar la eficiencia y acortar los tiempos de entrega.

Para aplicar la metodología Kanban a un proyecto de monitoreo de invernadero, es importante definir las etapas del proceso. Esto incluye:

Diseño del circuito: esta etapa implica la creación y prueba del hardware necesario para monitorear las variables del invernadero, como la humedad, la temperatura y la luz.

Desarrollo de la interfaz: aquí se crea la interfaz de usuario (UI) para visualizar los datos recopilados por el hardware. Esto puede incluir el diseño e implementación de software que permita a los usuarios interactuar con los datos de una manera eficaz y comprensible.

Construcción del prototipo: En esta etapa se ensamblan todos los componentes del proyecto para crear un prototipo funcional que integre tanto hardware como software.

Una vez definidas estas etapas, se crea un tablero Kanban para representar visualmente el flujo de trabajo. Cada etapa del proceso se representa como una columna en el tablero, y las tareas específicas están escritas en tarjetas individuales que se mueven por el tablero a medida que avanza el proceso.

Se planea, nuestro tablero Kanban tenga las siguientes columnas:

- Por hacer: todas las tareas pendientes, como la adquisición de componentes, el diseño de circuitos y la programación de interfaces, se enumeran aquí.
- En progreso: las tarjetas se mueven a esta columna cuando se está trabajando activamente en ellas. Por ejemplo, en esta etapa estaría el diseño de circuitos o la codificación de interfaces.
- Listo para revisión: una vez que se completa una tarea, pasa a esta columna para revisión y verificación de calidad.
- Completadas: las tareas que pasan la revisión se mueven a esta columna para indicar que están listas y completadas.
- Cada columna del tablero Kanban tiene un límite establecido para evitar sobrecargar el trabajo en determinadas etapas del proceso. Esto ayuda a mantener un flujo de trabajo constante y evitar cuellos de botella.

Kanban se aplica a proyectos de invernaderos y proporciona una forma visual de gestionar y optimizar el desarrollo, desde la creación del hardware hasta la implementación del software y la construcción del prototipo final. Esto ayuda a mantener un flujo de trabajo eficiente y garantiza que el proyecto se ejecute de manera ordenada y sin problemas.

Cronograma

Cronogramas generales e individuales en el archivo "Cronogramas de Actividades.pdf" incluido en la asignación.

Análisis de riesgos

Identificación de riesgos

ID Riesgo	Descripción
R1	Mala administración de archivos.
R2	Problemas de licencias.
R3	Problemas de cableado.
R4	Problemas de energía.
R5	Ciberataques recibidos a los equipos de cómputo utilizados.
R6	Cambios drásticos en el sistema solicitados por el cliente.
R7	El cliente no es claro con los requerimientos que necesita.
R8	Problemas de comunicación.
R9	Incapacitación de un miembro del equipo por enfermedad del SARSCOV-2.
R10	Conocimientos limitados.
R11	Falta de interés de un miembro del equipo.
R12	Incumplimiento de actividades.
R13	Componentes adquiridos para el circuito estén defectuosos.
R14	Problema en la programación del PIC.
R15	No se cumplió con los Requerimientos.
R16	Sistema no se entregó en el tiempo establecido.
R17	No se asignan los recursos de manera eficiente.
R18	El presupuesto del proyecto no se calcula correctamente, lo que puede provocar sobrecostos y la cancelación del proyecto.
R19	El proyecto se cancela por motivos externos.
R20	Los cambios en el alcance del proyecto pueden provocar sobrecostos, retrasos y una mala calidad del producto final.

PROBABILIDAD E IMPACTO

ID	Descripción	Probabilidad	Impacto	Semáforo
R1	Mala administración de archivos.	3	D	
R2	Problemas de licencias.	2	C	
R3	Problemas de cableado.	3	D	
R4	Problemas de energía.	2	D	
R5	Ciberataques recibidos a los equipos de cómputo utilizados.	2	D	
R6	Cambios drásticos en el sistema solicitados por el cliente.	4	C	
R7	El cliente no es claro con los requerimientos que necesita.	4	C	
R8	Problemas de comunicación.	3	D	
R9	Incapacitación de un miembro del equipo por enfermedad del SARSCOV-2.	2	C	
R10	Conocimientos limitados.	4	C	
R11	Falta de interés de un miembro del equipo.	2	C	
R12	Incumplimiento de actividades.	4	C	
R13	Componentes adquiridos para el circuito estén defectuosos.	2	C	
R14	Problema en la programación del PIC.	2	B	
R15	No se cumplió con los Requerimientos.	2	C	
R16	Sistema no se entregó en el tiempo establecido.	2	D	
R17	No se asignan los recursos de manera eficiente.	4	D	

R18	El presupuesto del proyecto no se calcula correctamente, lo que puede provocar sobrecostos y la cancelación del proyecto.	3	D	
R19	El proyecto se cancela por motivos externos.	2	E	
R20	Los cambios en el alcance del proyecto pueden provocar sobrecostos, retrasos y una mala calidad del producto final.	3	D	

JERARQUIZACION

ID	Descripción	Probabilidad	Impacto	Semáforo
R17	No se asignan los recursos de manera eficiente.	4	D	
R19	El proyecto se cancela por motivos externos.	2	E	
R20	Los cambios en el alcance del proyecto pueden provocar sobrecostos, retrasos y una mala calidad del producto final.	3	D	
R18	El presupuesto del proyecto no se calcula correctamente, lo que puede provocar sobrecostos y la cancelación del proyecto.	3	D	
R8	Problemas de comunicación.	3	D	
R3	Problemas de cableado.	3	D	
R1	Mala administración de archivos.	3	D	
R12	Incumplimiento de actividades.	4	C	
R10	Conocimientos limitados.	4	C	

R7	El cliente no es claro con los requerimientos que necesita.	4	C	
R6	Cambios drásticos en el sistema solicitados por el cliente.	4	C	
R5	Ciberataques recibidos a los equipos de cómputo utilizados.	2	D	
R16	Sistema no se entregó en el tiempo establecido.	2	D	
R4	Problemas de energía.	2	D	
R15	No se cumplió con los requerimientos.	2	C	
R13	Componentes adquiridos para el circuito estén defectuosos.	2	C	
R11	Falta de interés de un miembro del equipo.	2	C	
R9	Incapacitación de un miembro del equipo por enfermedad del SARSCOV-2.	2	C	
R2	Problemas de licencias.	2	C	
R14	Problema en la programación del PIC.	2	B	

Hojas de información de riesgos

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R1	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Ocasional	Impacto: Peligroso
<p>Descripción: Mala administración de archivos Tipo de riesgo: Tecnología</p> <p>Refinamiento/contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Falta de políticas de gestión de archivos claras y procesos adecuados.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Implementar: Un sistema de gestión de versiones.</p> <p>Capacitar: Al equipo en prácticas de gestión de archivos.</p> <p>Manejo/ Plan de contingencia/disipador: Trabajar sobre el ultimo respaldo hecho y realizar una copia de seguridad después del problema para evitar más pérdidas.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en fase de análisis y diseño</p> <p>Originador: El equipo en general.</p> <p>Asignado: Alfredo Bautista Ríos.</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R2	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Impacto: Moderado
<p>Descripción: Problemas de licencias Tipo de riesgo: Tecnología</p> <p>Refinamiento/contexto: Sub-condición 1: Falta de control en la adquisición y uso de licencias de software.</p> <p>Mitigación/Monitoreo: Realizar: Una auditoría de licencias de software regularmente. Adoptar: Un sistema de gestión de licencias.</p> <p>Manejo/ Plan de contingencia/disipador: Contactar al proveedor de software para regularizar la situación y adquirir las licencias necesarias.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en fase de análisis y diseño</p> <p>Originador: El equipo en general Asignado: Alfredo Bautista Ríos</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R3	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Ocasional	Impacto: Peligroso
<p>Descripción: Problemas de cableado</p> <p>Tipo de riesgo: Tecnología</p> <p>Refinamiento/contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Instalación incorrecta o deterioro de los cables de red y electricidad.</p> <p>Sub-condición 2: Los problemas de cableado pueden causar fallos de conexión y afectar el funcionamiento de los sistemas.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Capacitar: Al equipo para realizar la instalación del cableado.</p> <p>Realizar: pruebas de conectividad regulares.</p> <p>Manejo/ Plan de contingencia/disipador: Tener repuestos y herramientas preparadas para solucionar problemas de cableado de manera rápida y efectiva.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en fase de análisis y diseño</p> <p>Originador: El equipo en general.</p> <p>Asignado: Alfredo Bautista Ríos</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R4	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Impacto: Peligroso
<p>Descripción: Problemas de energía</p> <p>Tipo de riesgo: Tecnología</p> <p>Refinamiento/contexto:</p> <p>Sub-condición 1: La falta de suministro eléctrico o fluctuaciones pueden provocar la pérdida de datos y daños en los equipos.</p> <p>Sub-condición 2: Falta de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Realizar: Pruebas de conectividad regulares.</p> <p>Instalar: Sistemas para proteger contra cortes de energía</p> <p>Manejo/ Plan de contingencia/disipador: Tener un plan de emergencia para cambiar a fuentes de energía alternativas en caso de fallo eléctrico.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en fase de análisis y diseño</p> <p>Originador: Proveedores de energía.</p> <p>Asignado: Alfredo Bautista Ríos</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R5	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Peligroso
<p>Descripción: Ciberataques recibidos a los equipos de cómputo utilizados.</p> <p>Tipo de riesgo: Tecnología.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Se detecta que los equipos de cómputo no están teniendo el rendimiento y/o funcionamientos adecuados.</p> <p>Sub-condición 2: El antivirus utilizado en los equipos de cómputo lanza algún tipo de alerta de software malicioso.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Evitar: La descarga de software, documentos, imágenes y/o archivos de sitios y/o destinatarios no confiables.</p> <p>Evitar: Siempre utilizar algún antivirus o en su defecto, el antivirus incorporado a Windows.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: En caso de que se observe un comportamiento inusual de los equipos de cómputo, se hará un escaneo en el equipo con un antivirus. De detectarse algún software malicioso, se pondrá en cuarentena.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: Software, archivos infectados con cualquier virus.</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R6	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Probable	Consecuencia: Moderado
<p>Descripción: Cambios drásticos en el sistema solicitados por el cliente.</p> <p>Tipo de riesgo: Requerimientos.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: El cliente solicita hacer un cambio mayor al sistema en uno de los módulos que ya se ha realizado.</p> <p>Sub-condición 2: El cliente solicita hacer un cambio mayor al sistema en uno de los módulos que aún no se realiza pero que modifica los módulos ya realizados.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Evitar: Durante el desarrollo se revisará con el cliente que el producto sea como se solicita con la finalidad de mantener informado al cliente y así reducir la probabilidad de cambios drásticos.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: Si se solicita un cambio drástico en el sistema, se hará una reunión con todo el equipo con el fin de modificar todo lo que influya en este cambio para que todo vuelva a funcionar correctamente.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: Cliente.</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R7	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Probable	Consecuencia: Moderado
<p>Descripción: El cliente no es claro con los requerimientos que necesita.</p> <p>Tipo de riesgo: Requerimientos.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: El cliente no logra transmitir la idea de que es lo que necesita en el sistema.</p> <p>Sub-condición 2: El cliente no sabe con exactitud qué es lo que quiere y/o necesita.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Evitar: Durante las pláticas con el cliente se resolverán todas sus dudas, se tratará de aclarar que es lo que necesita dándole ideas y recomendaciones de software para el sistema.</p> <p>Evitar: Se hablará en los términos más fáciles posibles para evitar términos técnicos que no conozca.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: En caso de que el cliente no sepa lo que quiere o sus requerimientos no sean claros, se diseñarán bosquejos y/o prototipos para que el cliente tenga una idea de lo que necesita.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: Cliente.</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R8	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Ocasional	Consecuencia: Peligroso
<p>Descripción: Problemas de comunicación.</p> <p>Tipo de riesgo: Personal.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Los miembros del equipo de trabajo no transmiten sus ideas correctamente, llevando a malentendidos.</p> <p>Sub-condición 2: Los miembros del equipo de trabajo no explican correctamente lo que hicieron, llevando a que uno o más módulos del proyecto puedan verse afectados.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Evitar: Durante el desarrollo se hablará con detalle de lo que se hizo en cada módulo del producto de software</p> <p>Evitar: Se documentarán y comentarán correctamente los códigos y/o simulaciones realizadas para el producto.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: Si se detecta un error de comunicación dentro del equipo, se harán reuniones con todo el equipo para mostrar y comentar los avances con detalle, expresando todas las dudas que se presenten de cualquier área.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: Cualquier miembro del equipo de trabajo.</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R9	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Moderado
<p>Descripción: Incapacitación de un miembro del equipo por enfermedad del SARSCOV-2</p> <p>Tipo de riesgo: Personal</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Comienza a existir un malestar físico de algún miembro del equipo de trabajo.</p> <p>Sub-condición 2: Aumenta el número de inasistencias que tiene el miembro del equipo.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Recordar: Tomar las medidas sanitarias necesarias para prevenir cualquier tipo de enfermedad o contagio.</p> <p>Procurar: Hacer chequeos médicos con regularidad para evitar que un caso aislado se haga un contagio en todo el equipo.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: Si se llega a notificar que un miembro del equipo tiene síntomas o está ya enfermo, tomar medidas de precaución en caso de que otros puedan estar contagiados y reducir lo mayor posible el contacto con enfermos.</p>			

Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño. **Originador:** Contacto con infectados, no tener precaución, no tomar medidas pertinentes.

Asignado: El equipo en general

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R10	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Probable	Consecuencia: Moderado

Descripción: Conocimientos

limitados. **Tipo de riesgo:** Personal

Refinamiento/Contexto:

Sub-condición 1: El miembro del equipo presenta dificultades para realizar lo que se nos solicita.

Sub-condición 2: El avance del proyecto se ve obstaculizado por la incapacidad de llevar a cabo en tiempo y forma lo que se necesita.

Mitigación/Monitoreo:

Considerar: Conocer al equipo de trabajo y tener en cuenta sus puntos fuertes y con que tecnologías están familiarizados.

Dar: Capacitaciones o tiempo extra de llegar a ser necesario.

Manejo/Plan de contingencia/Disparador: Si llega a presentarse un campo que no dominemos tener contemplada la curva de aprendizaje que llevara el dominar el campo en cuestión al momento de realizar el cronograma.

Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.

Originador: Miembro del equipo de trabajo.

Asignado: Project manager.

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R11	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Moderado

Descripción: Falta de interés de un miembro del equipo.

Tipo de riesgo: Personal

Refinamiento/Contexto:

Sub-condición 1: El miembro del equipo no se comunica ni presenta una buena actitud. **Sub-condición 2:** El miembro se atrasa con sus deberes y llega tarde a reuniones y otras actividades que involucran a todo el equipo.

Mitigación/Monitoreo:

Considerar: Llevar una correcta gestión de la actitud del equipo, siempre tratando de no sobrecargar actividades.

Procurar: Conversar claramente con todos los miembros para solicitar su correcta cooperación.

Manejo/Plan de contingencia/Disparador: Si se llega a presentar desinterés de algún miembro se puede llegar a conversar y resolver el problema de alguna manera posible.

Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.

Originador: Miembro del equipo de trabajo.

Asignado: Project Manager.

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R12	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Probable	Consecuencia: Moderado

Descripción: Incumplimiento de actividades.

Tipo de riesgo: Personal.

Refinamiento/Contexto:

Sub-condición 1: El miembro del equipo de trabajo no presenta organización al momento de desempeñar su parte del trabajo.

Sub-condición 2: No se presentan avances ni actualizaciones sobre las tareas que dé le asignaron

Mitigación/Monitoreo:

Llevar: Una gestión constante del progreso de actividades y del sentir del equipo de trabajo.

Checar: Continuamente que todo se esté realizando conforme lo dicta el cronograma.

Manejo/Plan de contingencia/Disparador: En el caso de que algún miembro no esté cumpliendo su rol dentro del proyecto, se realizará una reunión con el mismo para discutir las razones y tratar de resolver el inconveniente.

Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.

Originador: Cualquier miembro del equipo de trabajo.

Asignado: Project Manager.

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R13	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Moderado

Descripción: Componentes adquiridos para el circuito estén defectuosos.

Tipo de riesgo: Técnicos

Refinamiento/Contexto:

Sub-condición 1: Se detecta que el circuito no está funcionando de forma correcta, mostrando valores alterados.

Sub-condición 2: El circuito no prende.

Mitigación/Monitoreo:

Evitar: No reciclar el material usado en algún otro circuito.

Evitar: Almacenar el material en una caja diseñada para el transporte de material electrónico.

Manejo/Plan de contingencia/Disparador: En caso de detectar anomalías o mal funcionamiento del circuito, proceder a la revisión electrónica para verificar que todos los componentes estén trabajando de forma correcta.

Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.

Originador: Mal manejo y almacenamiento del circuito

Asignado: El equipo en general

**Hoja de información
de riesgo**

Riesgo ID: R14	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Menor
<p>Descripción: Problema en la programación del PIC</p> <p>Tipo de riesgo: Técnicos</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: El circuito funciona correctamente pero no arroja ningún valor en la interfaz.</p> <p>Sub-condición 2: Los valores que arroja el circuito están fuera de lo normal.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Evitar: Asegurarnos que el código que se está implementando en el PIC sea correcto y que sea verificado por todo el equipo.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: En caso de existir un error en la programación informar al equipo para realizar la revisión de las posibles modificaciones que se pudieran realizar.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: Programador</p> <p>Asignado: Programador</p>			

Riesgo ID: R15	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Moderado
<p>Descripción: No se cumplió con los Requerimientos.</p> <p>Tipo de riesgo: Empresariales</p> <p>Refinamiento/Contexto: Sub-condición 1: Al entregar el sistema el cliente detecta que este no funciona como debería hacerlo.</p> <p>Sub-condición 2: No se implementó lo requerido en su totalidad.</p> <p>Mitigación/Monitoreo: Evitar: Realizar un listado con todos los requerimientos para llevar un control de lo que ya se haya implementado y lo que falte por implementar.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: En caso de hacer falta implementación de algún requerimiento, mencionarlo a la entrega y negociar una prórroga para poder implementarlo.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: El equipo en general</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo
--

Riesgo ID: R16	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Peligroso
<p>Descripción: Sistema no se entregó en el tiempo establecido</p> <p>Tipo de riesgo: Empresarial</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: El sistema requerido se entregó fuera del tiempo que se había establecido como fecha límite.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Evitar: Estar en constante monitoreo de lo que falte por desarrollar.</p> <p>Evitar: División de tareas entre todo el equipo para que pueda haber avances considerables y se aproveche el mayor tiempo posible.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador: Informar sobre el retraso de la entrega, los motivos del retraso y negociar que el impacto sea el menor posible.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: El equipo en general</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

<p>Hoja de información de riesgo</p>

Riesgo ID: R17	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Probable	Consecuencia: Peligroso
<p>Descripción: No se asignan los recursos de manera eficiente, lo que puede provocar retrasos, sobrecosto y una mala calidad del proyecto.</p> <p>Tipo de riesgo: Empresarial: Gestión de proyecto.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Falta de planificación y control de los recursos.</p> <p>Sub-condición 2: No se define roles y responsabilidades claras para la gestión de los recursos.</p> <p>Sub-condición 3: No se utilizan herramientas adecuadas para la gestión de los recursos.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Planificar y controlar cuidadosamente los recursos.</p> <p>Definir roles y responsabilidades claras para la gestión de los recursos.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador:</p> <p>En caso de que se detecte mala administración de los recursos, se debe realizar un análisis de la situación para identificar las causas y tomar medidas correctivas.</p> <p>Las medidas correctivas pueden incluir la creación de un plan de gestión de recursos, la asignación de recursos adicionales o la capacitación del personal en gestión de recursos. Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: El equipo en general</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R18	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Ocasional	Consecuencia: Peligroso
<p>Descripción: El presupuesto del proyecto no se calcula correctamente, lo que puede provocar sobrecostos y la cancelación del proyecto.</p> <p>Tipo de riesgo: Empresarial: Financiero.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: No se consideran todos los costos del proyecto. Sub-condición 2: Se utilizan estimaciones inexactas de los costes. Sub-condición 3: No se prevén posibles contingencias.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Realizar un análisis exhaustivo de todos los costos del proyecto. Utilizar estimaciones precisas de los costos. Prever posibles contingencias y asignar un presupuesto para ellas.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador:</p> <p>En caso de detectar un mal cálculo del presupuesto, se debe realizar una revisión del presupuesto para identificar las áreas donde se puede realizar recortes. También se puede buscar fuentes de financiamiento para cubrir los sobrecostos.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R19	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Posible	Consecuencia: Catastrófica
<p>Descripción: El proyecto se cancela por motivos externos, como falta de financiamiento, cambios en la dirección de la empresa o problemas legales, o el cliente ya no quiere seguir con el proyecto.</p> <p>Tipo de riesgo: Empresarial: Externo / Cliente.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: La empresa no tiene la financiación suficiente para continuar con el proyecto.</p> <p>Sub-condición 2: Hay cambios en la dirección de la empresa que afecta al proyecto.</p> <p>Sub-condición 3: Surgen problemas legales que obligan a cancelar el proyecto.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Identificar y evaluar los riesgos de cancelación del proyecto.</p> <p>Desarrollar un plan de contingencia para el caso de que el proyecto se cancele. Comunicar los riesgos de cancelación del proyecto a las partes interesadas.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador:</p> <p>En caso de que se cancele el proyecto, se debe implementar el plan de contingencia.</p> <p>El plan de contingencia puede incluir la reasignación de recursos a otros proyectos, la cancelación de contratos con proveedores a la búsqueda de nuevas fuentes de financiamiento.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Asignado: El equipo en general</p>			

Hoja de información de riesgo			
Riesgo ID: R20	Fecha: 05/03/2024	Probabilidad: Ocasional	Consecuencia: Peligroso
<p>Descripción: Los cambios en el alcance del proyecto pueden provocar sobrecostos, retrasos y una mala calidad del producto final.</p> <p>Tipo de riesgo: Empresarial: Gestión del proyecto.</p> <p>Refinamiento/Contexto:</p> <p>Sub-condición 1: Definir un alcance claro y conciso del proyecto al inicio de este.</p> <p>Sub-condición 2: Controlar los cambios en el alcance del proyecto mediante un proceso formal de solicitud y aprobación.</p> <p>Sub-condición 3: Comunicar los cambios en el alcance del proyecto a las partes interesadas de manera oportuna.</p> <p>Mitigación/Monitoreo:</p> <p>Definir alcance claro y conciso del proyecto al inicio de este, incluyendo los objetivos, las características, el calendario y el presupuesto.</p> <p>Controlar los cambios en el alcance del proyecto mediante un proceso formal de solicitud y aprobación que incluya la evaluación del impacto del cambio del costo, el tiempo y la calidad del proyecto.</p> <p>Manejo/Plan de contingencia/Disparador:</p> <p>En caso de que se detecte un cambio en el alcance del proyecto, se debe realizar un análisis de la situación para identificar las causas y tomar medidas correctivas.</p> <p>Las medidas correctivas pueden incluir la renegociación del contrato con el cliente, la modificación del cronograma del proyecto o la reasignación del recurso.</p> <p>Estado actual: 05/03/2024 El proyecto se encuentra en la fase de análisis y diseño.</p> <p>Originador: El equipo en general</p>			

Método de estimación

DRIVER	VERY LOW	LOW	NOMINAL	HIGH	VERY HIGH	EXTRA HIGH
PREC	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
FLEX	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0.00
RESL	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00
TEAM	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
PMAT	7.80	6.24	4.68	3.12	1.56	0.00

Code	Effort modifier	Extra low	Very low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
RCPX	Product reliability and complexity	0.49	0.60	0.83	1.00	1.33	1.91	2.72
RUSE	Required reusability			0.95	1.00	1.07	1.15	1.24
PDIF	Platform difficulty			0.87	1.00	1.29	1.81	2.61
PERS	Personnel capability	2.12	1.62	1.26	1.00	0.83	0.63	0.50
PREX	Personnel experience	1.59	1.33	1.12	1.00	0.87	0.74	0.62
FCIL	Facilities available	1.43	1.30	1.10	1.00	0.87	0.73	0.62
SCED	Schedule pressure		1.43	1.14	1.00	1.00	1.00	

Presentamos la estimación de costos para el proyecto TERRA TECH. La estimación se ha realizado utilizando una combinación de métodos, incluyendo:

Identificación de los componentes del costo:

- Materiales

- Equipo
- Mano de obra
- Gastos generales
- Otros gastos

Estimación del costo de cada componente:

- Investigación de precios
- Consultas con expertos
- Análisis histórico de costos

Fundamentación de la Estimación

La estimación de costos presentada en este documento se basa en la mejor información disponible en este momento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se trata de una estimación y que el costo real del proyecto puede ser mayor o menor que el costo estimado.

Los factores que podrían afectar el costo real del proyecto incluyen:

- Cambios en el alcance del proyecto: Si el alcance del proyecto cambia después de que se haya realizado la estimación, el costo del proyecto también cambiará.
- Disponibilidad de materiales y equipos: Si los materiales o equipos necesarios para el proyecto no están disponibles o son más costosos de lo previsto, el costo del proyecto aumentará.
- Condiciones del mercado: Si las condiciones del mercado cambian después de que se haya realizado la estimación, el costo del proyecto también podría cambiar.
- Costo de Reemplazo: La compra de nuevos sensores para reemplazar los dañados puede incrementar el gasto.
- Tiempo de Inactividad: Los sensores defectuosos pueden causar interrupciones en el monitoreo, afectando la salud de las plantas y, en consecuencia, la producción.

Es importante revisar y actualizar la estimación periódicamente a medida que avanza el proyecto

Datos

KLDC = .750
PREC = Nominal = 3.72
FLEX = Nominal = 3.04
RESL = High = 2.83
TEAM = Very High = 1.10
PMAT = High = 3.12

RCPX = High = 1.33
PDIF = Nominal = 1.00
PERS = High = 0.83
PREX = High = 0.87
FCIL = Low = 1.10
SCED = High = 1.00

CONSTANTES DE CALIBRACIÓN DE MODELO

A = 2.94
C = 3.67

B = 0.91
D = 0.28

$$\sum_{j=1}^5 SF_j = PREC + FLEX + RESL + TEAM + PMAT$$

$$\begin{aligned}\sum_{j=1}^5 SF_j &= 3.72 + 3.04 + 2.83 + 1.10 + 3.12 \\ &= 13.81\end{aligned}$$

$$\prod_{i=1}^n EM_i = EM_1 \times EM_2 \times \dots \times EM_n$$

$$\begin{aligned}\prod_{i=1}^n EM_i &= 1.33 \times 1.00 \times 0.83 \times 0.87 \times 1.10 \times 1.00 \\ &= 1.04\end{aligned}$$

Cálculo del Esfuerzo

$$E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

$$E = 0.91 + (0.01 \times 13.81)$$

$$E = 0.91 + (.13) = 1.04$$

$$PM_{NS} = A \times size^E \times \prod_{j=1}^n EM_j$$

$$PM_{NS} = 2.94 \times .750^{1.04} \times 1.04$$

$$PM_{NS} = 2.94 \times 0.74 \times 1.04 = 2.25$$

Cálculo del Tiempo Calendario

$$F = D + (0.2 \times 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j)$$

$$F = 0.28 + (0.2 \times 0.01 \times 13.81)$$

$$TDEV_{NS} = C \times (PM_{NS})^F$$

$$TDEV_{NS} = 3.67 \times (2.25)^{0.30}$$

$$F = 0.28 + (0.2 \times .13)$$

$$4.66$$

$$TDEV_{NS} = 3.67 \times 1.27 =$$

$$F = 0.28 + (0.02) = 0.30$$

Cálculo del Costo

$$Costo = PMNS \times Salario + otros gastos$$

$$Costo = (2.25 \times 0) + 10,000$$

$$Costo = 10,000$$

Requerimientos funcionales

Requerimiento	El sistema debe contar con un componente que permita realizar una medición fiable de la humedad en la tierra.		
Identificador	RF1	Nombre	Medición de humedad.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Porcentaje de humedad en la tierra	Salida	Variación de voltaje respecto a la humedad
Descripción	Por medio de un integrado junto con otros componentes electrónicos se integrará al sistema una medida cuantificable del porcentaje de humedad en la tierra.		
Precondición	Debe estar conectado a tierra.		
Postcondición	La variación de voltaje puede trabajarse para medir humedad.		

Requerimiento	El sistema debe contar con un componente que permita realizar una medición fiable de la luz en un espacio.		
Identificador	RF2	Nombre	Medición de luz.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Intensidad lumínica en un espacio.	Salida	Variación de voltaje respecto a la luz.
Descripción	Por medio de un integrado como lo podría ser una fotorresistencia que reaccione a variaciones lumínicas seremos capaces de manipular variaciones físicas para generar variaciones eléctricas que nos ayuden a medir.		
Precondición	Ninguna.		
Postcondición	La variación de voltaje puede trabajarse para medir la luminosidad en un espacio.		

Requerimiento	El sistema debe contar con un componente que permita realizar una medición fiable de la luz en un invernadero.		
Identificador	RF3	Nombre	Medición de temperatura.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Temperatura del ambiente.	Salida	Variación de voltaje respecto a temperatura.
Descripción	Gracias a una configuración específica de ciertos componentes podremos ser capaces de realizar una calibración de una temperatura ambiente estándar.		
Precondición	Debe estar correctamente calibrado para un ambiente específico.		
Postcondición	La variación de voltaje puede trabajarse para medir la temperatura en un espacio.		

Requerimiento	El sistema deberá mostrar la medición de humedad en la interfaz de usuario.		
Identificador	RF4	Nombre	Imprimir la humedad.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Variación de voltaje respecto a la humedad.	Salida	Medición de humedad relativa porcentual.
Descripción	Gracias a un circuito de acondicionamiento se podrá realizar la lectura cuantificable del porcentaje de humedad en la tierra.		
Precondición	Recibir variaciones de voltaje.		
Postcondición	Muestra numérica en la interfaz de usuario de la humedad relativa.		

Requerimiento	El sistema deberá mostrar la medición de la luminosidad en la interfaz de usuario.		
Identificador	RF5	Nombre	Imprimir nivel de luminosidad.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Variación de voltaje respecto a la luminosidad.	Salida	Cantidad cuantificable de luz en el espacio.
Descripción	Debido a ciertos componentes diseñados para la medición de la luminosidad podremos cerciorarnos de obtener en la interfaz una cantidad cuantificable de luminosidad en el invernadero.		
Precondición	Recibir variaciones de voltaje.		
Postcondición	Muestra numérica en la interfaz de usuario de la humedad relativa.		

Requerimiento	El sistema deberá mostrar la medición de temperatura en la interfaz de usuario.		
Identificador	RF6	Nombre	Imprimir la temperatura.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Variación de voltaje respecto a la temperatura.	Salida	Temperatura en grados en la interfaz de usuario.
Descripción	Gracias a la variación de voltaje del circuito se reflejará en una interfaz de usuario las mediciones de temperatura en el ambiente en grados centígrados.		
Precondición	Recibir variaciones de voltaje.		
Postcondición	Muestra en grados centígrados de la temperatura ambiental.		

Requerimiento	La interfaz debe detectar dispositivos externos mediante el puerto serial.		
Identificador	RF7	Nombre	Detección de dispositivos.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Conexiones físicas con el circuito	Salida	Señal exitosa de conexión con la interfaz
Descripción	Las variaciones de voltaje detectadas mediante los otros circuitos deberán hacer conexión con la interfaz que va a interpretar esas variaciones y las va a traducir a datos entendibles para un usuario promedio.		
Precondición	Contar con un puerto serial operativo.		
Postcondición	Conexión exitosa con la interfaz.		

Requerimiento	El sistema regulará automáticamente el nivel de luz deseado por el usuario.		
Identificador	RF8	Nombre	Regulación automática de luz.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Voltaje determinado para la activación de la salida del LED emitido por la fotorresistencias.	Salida	Encendido de LED que simula la activación de un dispositivo.
Descripción	Después de recibir determinado valor de voltaje, se enviará una señal a un componente que activaría teóricamente un regulador de la luz.		
Precondición	Que se exceda la luminosidad o se rebaje la deseada.		
Postcondición	Una iluminación bien regulada automáticamente.		

Requerimiento	El sistema regulará automáticamente el nivel de humedad deseado por el usuario.		
Identificador	RF9	Nombre	Regulación automática de la humedad.
Prioridad de desarrollo	Alta		
Entrada	Voltaje determinado emitido por las mediciones de humedad.	Salida	Encendido de LED que simula la activación de un dispositivo.
Descripción	Después de recibir determinado valor de voltaje, se enviará una señal a un componente que activaría teóricamente un regulador de la humedad.		
Precondición	Humedad más baja de la necesaria.		
Postcondición	Un nivel de humedad más controlado.		

Requerimientos no funcionales

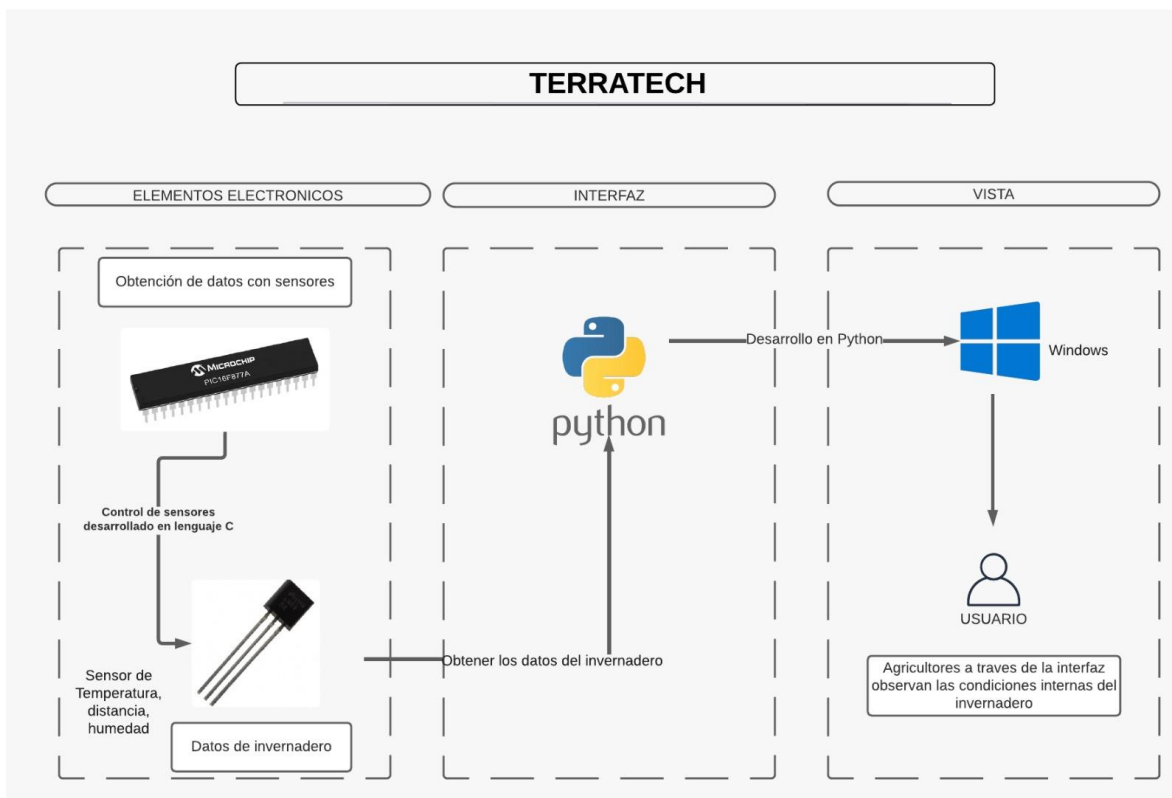
Requerimiento	Se debe mostrar con una etiqueta color gris el nivel de humedad en la interfaz.		
Identificador	RNF1	nombre	Etiqueta de humedad.
Prioridad de desarrollo	Baja		
Entrada	Impresión de la etiqueta de humedad.	Salida	Resaltado color gris.
Descripción	Una vez que todo el sistema este operativo la medición de humedad debe mostrarse con un color gris.		
Precondición	Tener una conexión activa con el circuito y recibir datos de humedad.		
Postcondición	Resaltado de la humedad en la interfaz.		

Requerimiento	Se debe mostrar con una etiqueta color gris el nivel de luminosidad en la interfaz.		
Identificador	RNF2	nombre	Etiqueta de luz.
Prioridad de desarrollo	Baja		
Entrada	Impresión de la etiqueta de luz.	Salida	Resaltado color gris.
Descripción	Una vez que todo el sistema este operativo la medición de luz en el invernadero debe mostrarse con un color gris.		
Precondición	Tener una conexión activa con el circuito y recibir datos de luminosidad en el invernadero.		
Postcondición	Resaltado de la luminosidad en la interfaz.		

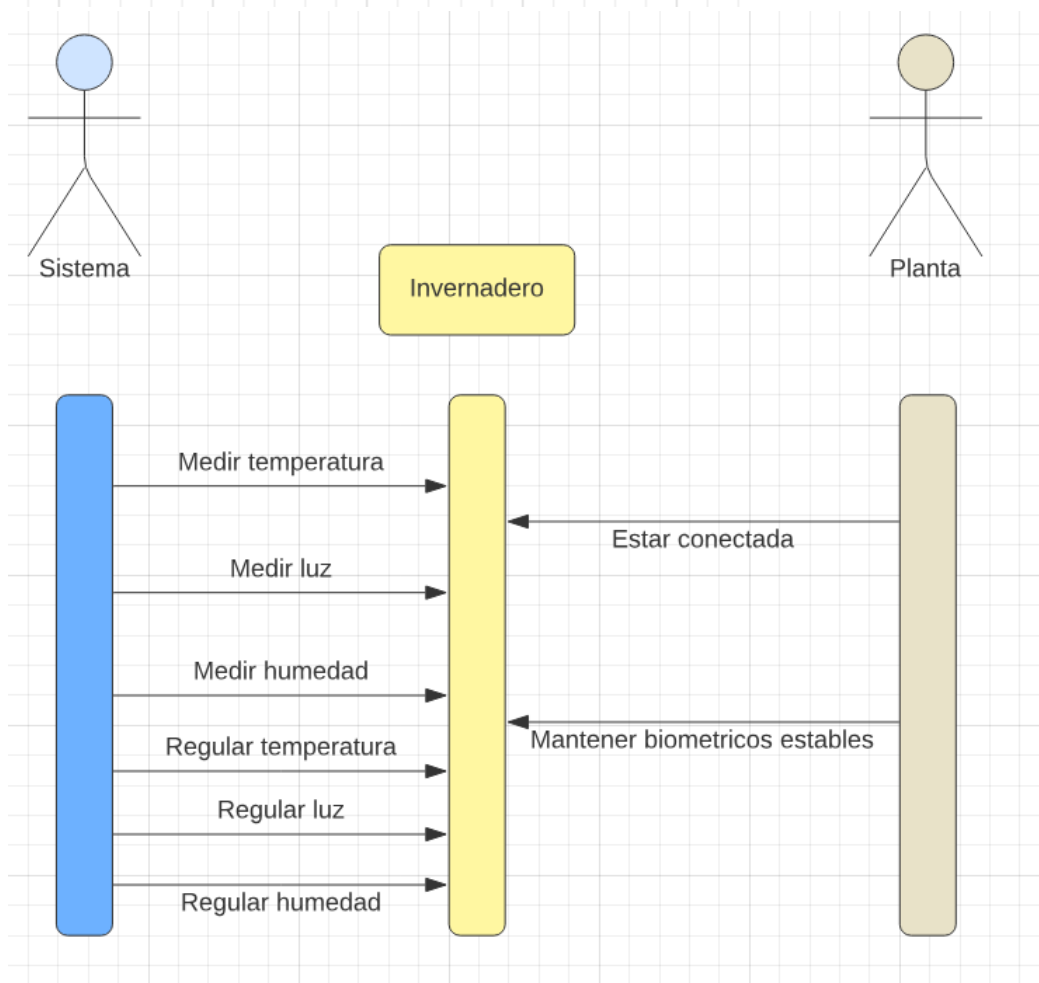
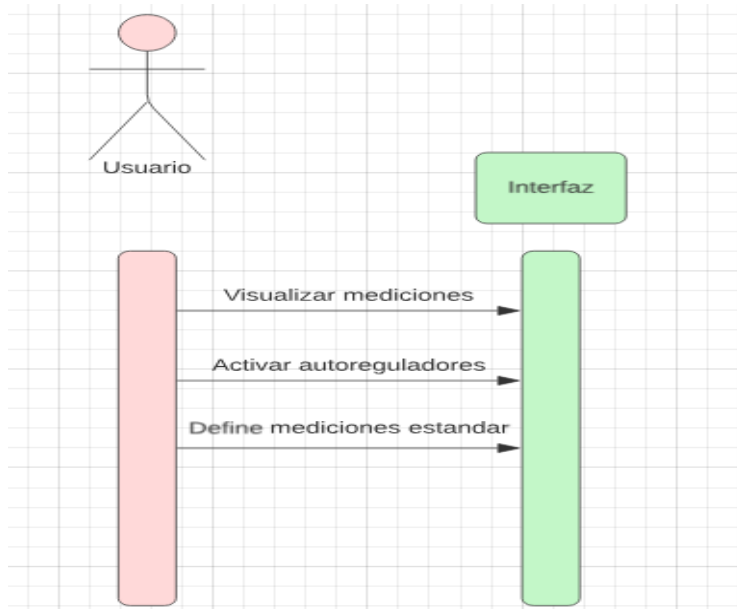
Requerimiento	Se debe mostrar con una etiqueta color gris el nivel de temperatura en la interfaz.		
Identificador	RNF3	nombre	Etiqueta de temperatura.
Prioridad de desarrollo	Baja		
Entrada	Impresión de la etiqueta de temperatura.	Salida	Resaltado color gris.
Descripción	Una vez que todo el sistema este operativo la medición de temperatura debe mostrarse con un color gris.		
Precondición	Tener una conexión activa con el circuito y recibir datos de temperatura ambiental.		
Postcondición	Resaltado de la temperatura en la interfaz.		

Requerimiento	La interfaz debe tener un menú sencillo y fácil de entender		
Identificador	RNF4	nombre	Menú de la interfaz
Prioridad de desarrollo	Media		
Entrada	Activación de la interfaz.	Salida	Menú simple y entendible.
Descripción	Ya que todo esté funcionando como debería se debe pensar en la experiencia del usuario al hacer uso de la interfaz por lo que se opta por un diseño sencillo y fácil de usar.		
Precondición	Ninguna.		
Postcondición	Mejor experiencia para el usuario.		

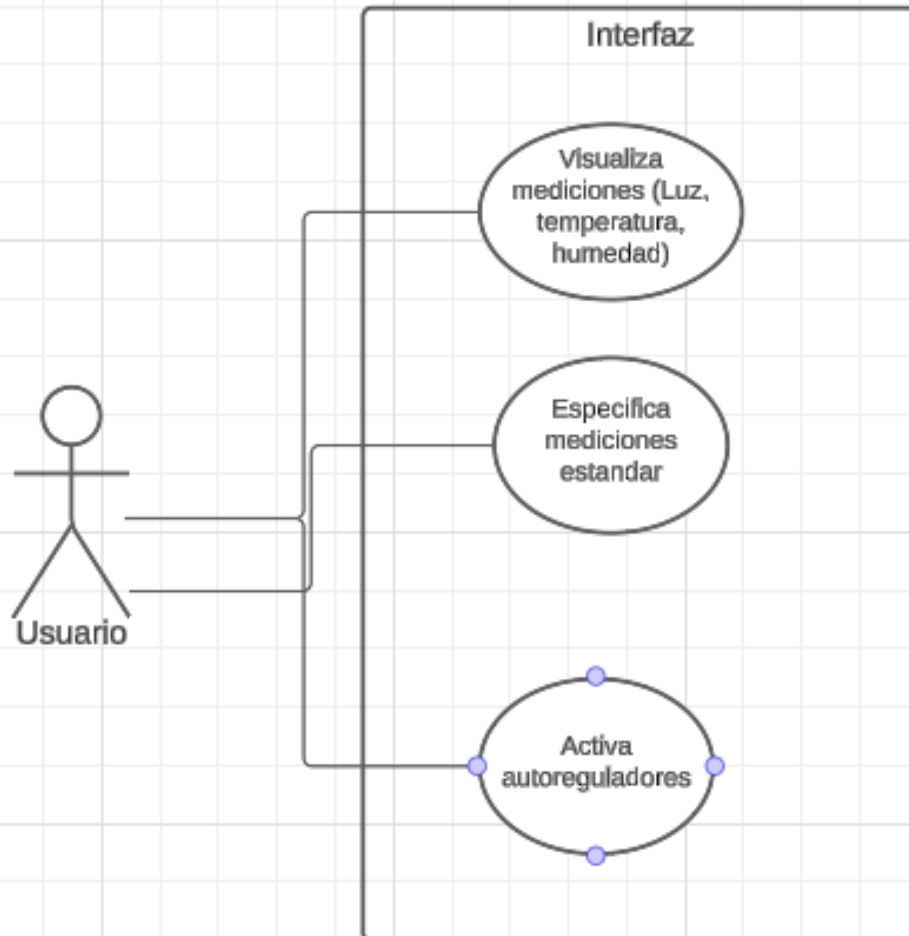
Diagrama de la arquitectura del sistema

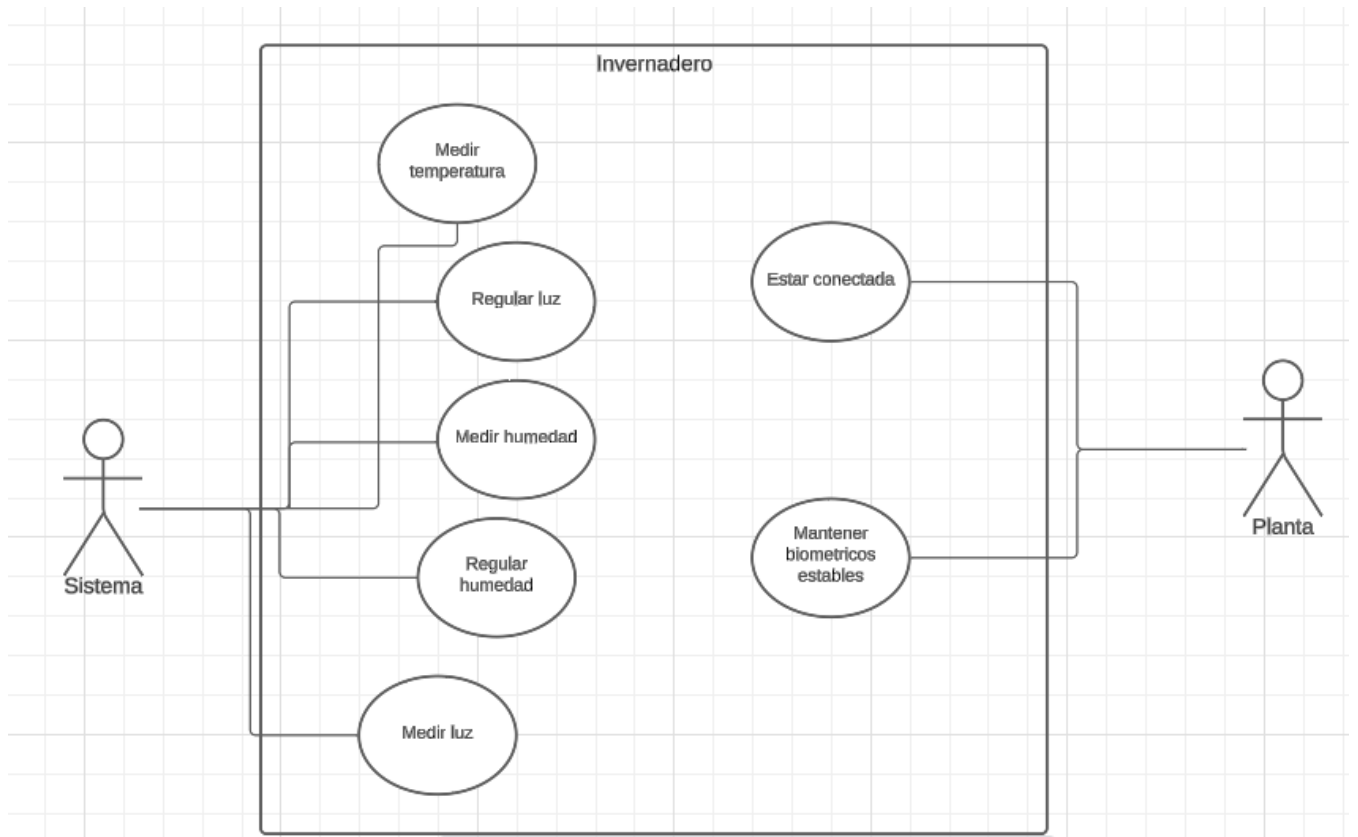


Diagramas de secuencia

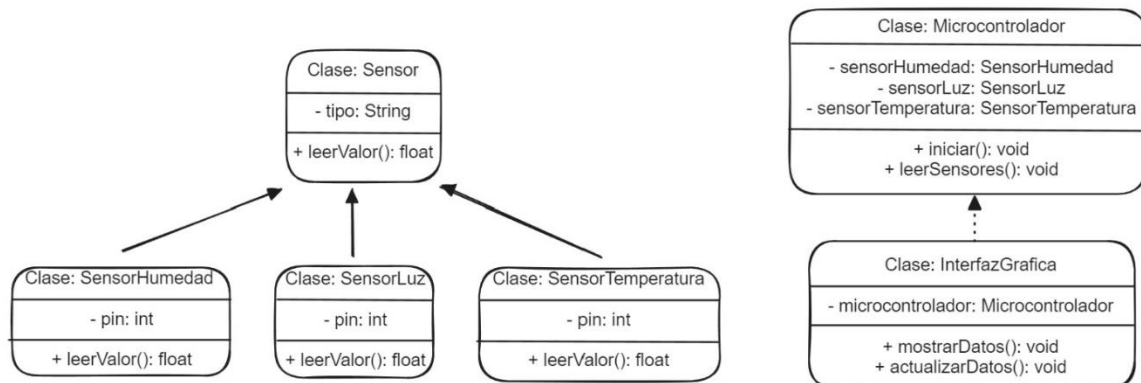


Diagramas de casos de uso





Diagramas de clases



- **Clase Sensor:** Esta clase representa un sensor genérico. Contiene un atributo tipo para identificar el tipo de sensor y un método `leerValor()` que devuelve el valor medido por el sensor. Se diseñó de esta manera para encapsular el comportamiento común a todos los sensores.
- **Clases específicas de sensores (SensorHumedad, SensorLuz, SensorTemperatura):** Estas clases heredan de la clase **Sensor** y representan los sensores individuales utilizados en el proyecto. Cada una de estas clases tiene un atributo adicional `pin` para especificar el pin al que está conectado el sensor. El método `leerValor()` se implementa de manera específica para cada tipo de sensor, utilizando el hardware y protocolos de comunicación necesarios para obtener los datos.
- **Clase Microcontrolador:** Esta clase representa el microcontrolador que coordina la lectura de los sensores y la transmisión de datos a la interfaz gráfica. Contiene instancias de los diferentes tipos de sensores como atributos (`sensorHumedad`, `sensorLuz`, `sensorTemperatura`). Además, tiene métodos para iniciar el sistema (`iniciar()`) y leer los sensores (`leerSensores()`).
- **Clase InterfazGrafica:** Esta clase representa la interfaz gráfica que mostrará los datos recopilados por los sensores. Tiene un atributo `microcontrolador` que le permite interactuar con el microcontrolador para obtener los datos. Los métodos `mostrarDatos()` y `actualizarDatos()` se encargan de mostrar y actualizar la interfaz gráfica con los datos recopilados.

El diseño se realizó de esta manera para seguir los principios de encapsulamiento y modularidad. Cada clase tiene una responsabilidad clara y específica dentro del sistema. Los sensores encapsulan la lógica de lectura de datos, el microcontrolador coordina la lectura de los sensores y la interfaz gráfica se encarga de mostrar los datos al usuario. Además, se utilizó la herencia para reutilizar el comportamiento común a todos los sensores y la dependencia para permitir que la interfaz gráfica acceda a los datos del microcontrolador. Este diseño facilita una mejor comprensión, mantenimiento y escalabilidad del sistema.

Diagramas de entidad-relación

Identificación de Entidades

El primer paso en la creación del ERD fue identificar las entidades clave que forman parte del sistema del invernadero. Las entidades representan los objetos o conceptos principales sobre los cuales se desea almacenar información. Las entidades identificadas son:

- Planta: Representa cada planta en el invernadero.
- Sector: Define las diferentes áreas dentro del invernadero.
- Sensor: Dispositivos que monitorean las condiciones ambientales.
- Empleado: Personas que trabajan en el invernadero.
- Tarea: Actividades realizadas en el invernadero.
- Condición Ambiental: Datos sobre las condiciones ambientales monitoreadas.
- Cliente: Personas que seleccionan las plantas.
- Requerimiento: Especificaciones y necesidades de los clientes para las plantas.

Definición de atributos

Para cada entidad, se definieron los atributos necesarios que capturan la información relevante. A continuación, se detallan las entidades y sus atributos:

Planta

- ID_Planta (Clave primaria)
- Nombre
- Especie
- Fecha_Plantación

Sector

- ID_Sector (Clave primaria)
- Nombre
- Descripción

Sensor

- ID_Sensor (Clave primaria)
- Tipo
- Ubicación
- ID_Sector (Clave foránea)

Empleado

- ID_Empleado (Clave primaria)
- Nombre
- Apellido
- Rol

Tarea

- ID_Tarea (Clave primaria)
- Descripción
- Fecha
- ID_Empleado (Clave foránea)
- ID_Planta (Clave foránea)

Condición Ambiental

- ID_Condición (Clave primaria)
- Fecha
- Hora
- Temperatura
- Humedad
- ID_Sector (Clave foránea)
- ID_Sensor (Clave foránea)

Cliente

- ID_Cliente (Clave primaria)

- Nombre
- Dirección
- Teléfono
- Correo Electrónico

Requerimiento

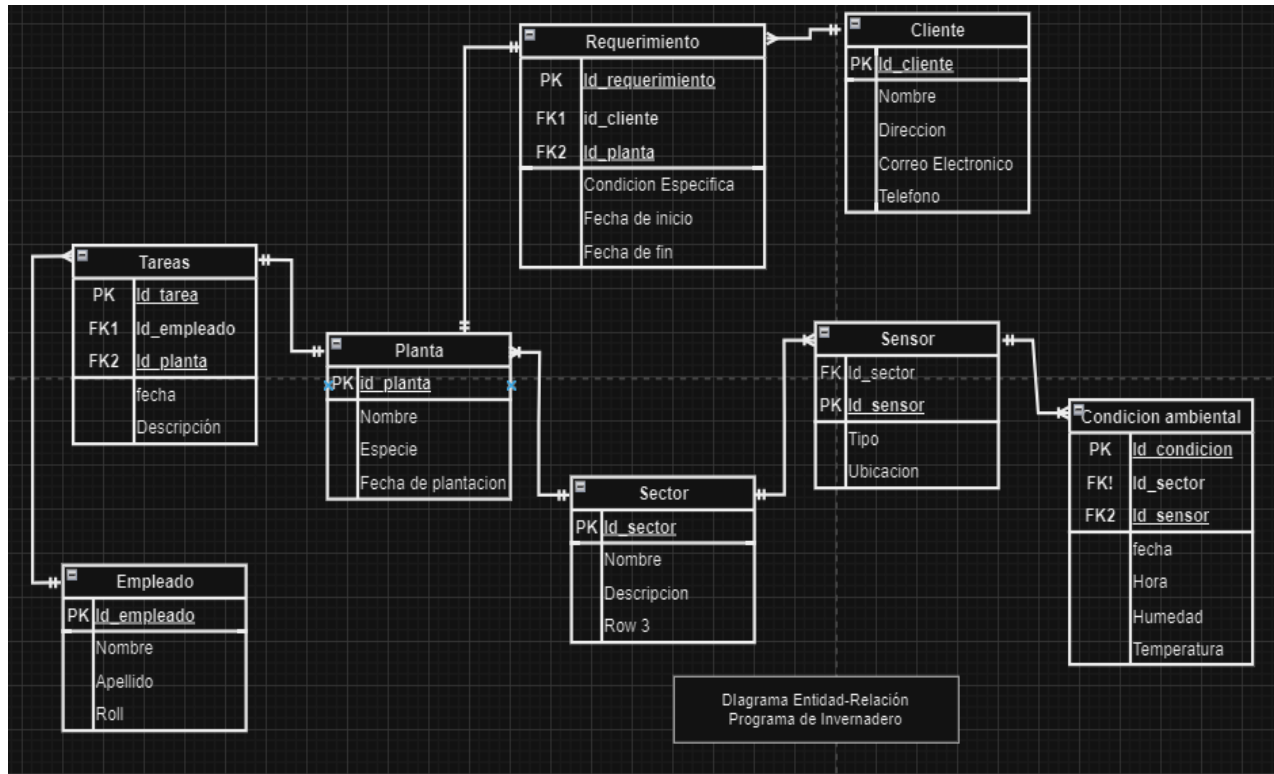
- ID_Requerimiento (Clave primaria)
- ID_Cliente (Clave foránea)
- ID_Planta (Clave foránea)
- Condiciones_Específicas
- Fecha_Inicio
- Fecha_Fin

Establecimiento de relaciones

Una vez identificadas las entidades y sus atributos, el siguiente paso fue definir las relaciones entre estas entidades. Estas relaciones permiten modelar cómo interactúan las diferentes partes del sistema entre sí. Las relaciones establecidas son:

- Un Sector tiene muchos Sensores.
- Un Sector tiene muchas Plantas.
- Un Sensor monitorea muchas Condiciones Ambientales.
- Un Empleado realiza muchas Tareas.
- Una Tarea se asocia a una Planta específica.
- Un Cliente tiene muchos Requerimientos.
- Un Requerimiento se refiere a una Planta específica.

Creación del diagrama Entidad - Relación



Conclusiones

El advenimiento de la tecnología ha permeado todos los ámbitos de la vida humana, y la agricultura no es una excepción. La implementación de sistemas de monitoreo basados en microcontroladores, como el descrito anteriormente, representa un avance significativo en la optimización y eficiencia de los invernaderos. Estos sistemas, al recopilar y analizar datos en tiempo real sobre las condiciones ambientales, permiten a los agricultores tomar decisiones informadas y oportunas que pueden marcar la diferencia entre una cosecha exitosa y una pérdida considerable.

En primer lugar, la capacidad de medir la intensidad lumínica mediante un sensor fotorresistivo es fundamental para el crecimiento de las plantas. La luz es la fuente de energía que impulsa la fotosíntesis, proceso esencial para la producción de alimentos y el desarrollo de las plantas. Un sistema de monitoreo que registre la cantidad de luz que reciben las plantas permite a los agricultores ajustar la iluminación artificial o la posición de las plantas para garantizar que reciban la cantidad óptima de luz en cada etapa de su crecimiento. Esto se traduce en un mayor rendimiento y calidad de los cultivos.

En segundo lugar, el sensor DHT11, al medir la humedad relativa, juega un papel crucial en el control del ambiente del invernadero. La humedad influye en la transpiración de las plantas, la absorción de nutrientes y la susceptibilidad a enfermedades. Un nivel de humedad inadecuado puede provocar estrés hídrico, retraso en el crecimiento o la proliferación de hongos y bacterias. El sistema de monitoreo, al proporcionar datos precisos sobre la humedad, permite a los agricultores tomar medidas correctivas, como ajustar el riego o la ventilación, para mantener un ambiente óptimo para el desarrollo de las plantas.

En tercer lugar, el sensor LM335, encargado de medir la temperatura, es esencial para asegurar que las plantas crezcan en un rango térmico adecuado. Cada especie vegetal tiene un rango de temperatura óptimo para su desarrollo, y desviaciones de este rango pueden afectar negativamente su crecimiento, floración y fructificación. El sistema de monitoreo, al registrar la temperatura en tiempo real, permite a los agricultores

detectar a tiempo cualquier anomalía y tomar medidas para corregirla, como activar sistemas de calefacción o ventilación.

Además de los beneficios directos en el cultivo de las plantas, la implementación de un sistema de monitoreo basado en microcontroladores como el PIC16F877A ofrece otras ventajas significativas. La automatización de la recopilación y análisis de datos reduce la necesidad de intervención humana, liberando a los agricultores de tareas tediosas y permitiéndoles enfocarse en otras actividades importantes. Asimismo, la capacidad de almacenar y analizar los datos a lo largo del tiempo permite identificar patrones y tendencias que pueden ser útiles para optimizar aún más las condiciones del invernadero y mejorar la productividad. La pantalla LCD, al mostrar los datos de los sensores de manera clara y concisa, facilita la interpretación de la información y la toma de decisiones. Los agricultores pueden visualizar en tiempo real las condiciones ambientales del invernadero y actuar rápidamente si es necesario. Además, la posibilidad de conectar el sistema a otros dispositivos, como computadoras o teléfonos móviles, amplía aún más sus capacidades, permitiendo el acceso remoto a los datos y la implementación de sistemas de alerta temprana en caso de condiciones adversas.

La integración de un sistema de monitoreo basado en microcontroladores en un invernadero representa una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia y productividad de los cultivos. La capacidad de medir y controlar la luz, la humedad y la temperatura de manera precisa y en tiempo real permite a los agricultores crear un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas, reduciendo los riesgos y maximizando los rendimientos. Además, la automatización del proceso de monitoreo libera a los agricultores de tareas manuales y les brinda información valiosa para tomar decisiones informadas y optimizar sus prácticas agrícolas. En última instancia, la adopción de estas tecnologías contribuye a una agricultura más sostenible y rentable, capaz de satisfacer las demandas de una población en constante crecimiento.

Referencias

[1] Bribiesca Villa, E. (2022, 1 de marzo). ¿Qué son los invernaderos inteligentes? - Agrofacto. Agrofacto. <https://agrofacto.com/invernaderos-inteligentes/>

- [2] SGS-THOMSON. (1997, octubre). LM335 - Datasheet. Inicio - UPV/EHU. https://www.ehu.eus/instru_virtualdaq/Planoak/LM335.pdf
- [3] DHT11-Temperature and Humidity Sensor. (2021, 16 de julio). Components101. <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor>
- [4] User, S. (2015, 16 de enero). ¿En qué consiste un invernadero inteligente? Fabricantes de Invernaderos y Sistemas de Riego. <https://www.novagric.com/es/blog/articulos/que-es-un-invernadero-inteligente>
- [5] El Microcontrolador PIC16F877. (s.f.). La Técnica | Instituto Técnico La Falda. <https://www.latecnicalf.com.ar/descargas/material/electronicadigital/PIC16F877%20apunte.pdf>
- [6] Clark, J. (2010, 30 de julio). pillow. PyPI. <https://pypi.org/project/pillow/>
- [7] Python Software Foundation. (2007). tkinter Interface de Python para Tcl/Tk. Python documentation. <https://docs.python.org/es/3/library/tkinter.html>
- [8] Amazon Web Services. (s.f.). ¿Qué es Python? - Explicación del lenguaje Python - AWS. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- [9] Londoño, P. (2023, 3 de abril). Qué es Python, para qué sirve y cómo se usa (+ recursos para aprender). Blog de HubSpot | Marketing, Ventas, Servicio al Cliente y Sitio Web. <https://blog.hubspot.es/website/que-es-python>
- [10] *HOBO Temperature/RH Data Logger / Onset's HOBO and InTemp Data Loggers.* (s.f.). Onset HOBO and InTemp Data Loggers. <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx2301a>
- [11] *HOBO TidbiT MX Temperature 400' Data Logger / Onset's HOBO and InTemp Data Loggers.* (s.f.). Onset HOBO and InTemp Data Loggers. <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx2203>
- [12] *HOBO Temperature/Relative Humidity Data Logger / Onset's HOBO and InTemp Data Loggers.* (s.f.). Onset HOBO and InTemp Data Loggers. <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/mx1101>

[13] *Controlador Climático Invernaderos - Climatizador CLIMATEC*. (s.f.). Fabricantes de Invernaderos y Sistemas de Riego. <https://www.novagric.com/es/tecnologia/clima-invernaderos/controlador-climatico>

[14] (s.f.). Home - SensorGO. <https://sensorgo.mx/wp-content/uploads/2020/10/Folleto-KONA-SENSORES.pdf>

[15] “Cómo hacer un diagrama entidad relación”. Lucidchart. Accedido el 18 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.lucidchart.com/pages/es/como-hacer-un-diagrama-entidad-relacion>

[16] “Flowchart Maker & Online Diagram Software”. Flowchart Maker & Online Diagram Software. Accedido el 18 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://app.diagrams.net>

[17] “pyserial”. PyPI. Accedido el 18 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://pypi.org/project/pyserial/>

[18] “Tornado Web Server — Tornado 6.4 documentation”. Tornado Web Server — Tornado 6.4 documentation. Accedido el 18 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.tornadoweb.org/en/stable/>

[19] “pillow”. PyPI. Accedido el 18 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://pypi.org/project/pillow/>

[20] “Pillow”. Pillow (PIL Fork). Accedido el 18 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>