

Fase 2 Diseño del sistema de instrumentación

Estudiante: Jaime Adonis Duran Roper

1090512061

Grupo: 203054_39

Tutor: Andres David Suarez Gomez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)

Curso: Instrumentación Virtual

Ingeniería Electrónica

Septiembre 2024

Introducción

El proyecto de monitoreo ambiental para la empresa agrícola "GreenGrow Solutions" se enfoca en optimizar las condiciones de crecimiento de las plantas dentro de sus invernaderos. La implementación de un sistema de monitoreo que controle la temperatura, la humedad del aire y del suelo, y el nivel de agua en los tanques de riego es esencial para maximizar la productividad y la calidad de los cultivos. Esta sustentación detalla la planificación del proceso, las variables involucradas y la solución de instrumentación propuesta, apoyándose en un análisis crítico fundamentado.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo ambiental en los invernaderos de "GreenGrow Solutions" que optimice las condiciones de crecimiento de las plantas mediante el control automatizado de la temperatura, la humedad del aire, la humedad del suelo y el nivel de agua en los tanques de riego.

Objetivo Específicos

1. Monitoreo de Temperatura:

- Instalar un sensor de temperatura que permita medir y registrar continuamente las condiciones térmicas dentro del invernadero, asegurando que se mantengan dentro del rango óptimo (15°C - 30°C).

2. Control de Humedad del Aire:

- Implementar un sensor de humedad del aire que active alarmas visuales y sonoras cuando los niveles de humedad caigan por debajo del 40%, alertando al personal para que tome acciones correctivas.

3. Gestión de Humedad del Suelo:

- Integrar un sensor de humedad del suelo que active el sistema de riego automáticamente cuando se detecten niveles de humedad por debajo de los umbrales establecidos, garantizando que las plantas reciban la cantidad adecuada de agua.

4. Monitoreo del Nivel de Agua:

- Incorporar un sensor de nivel de agua en los tanques de riego para supervisar constantemente el volumen de agua disponible y activar alarmas si el nivel es crítico, evitando interrupciones en el sistema de riego.

5. Automatización del Sistema:

- Desarrollar un controlador (como Arduino Uno) que integre todas las lecturas de los sensores y automatice las acciones del sistema, optimizando la eficiencia del riego y el manejo de las alarmas.

6. Capacitación y Mantenimiento:

- Capacitar al personal de "GreenGrow Solutions" en el uso y mantenimiento del sistema de monitoreo, asegurando su correcto funcionamiento y sostenibilidad a largo plazo.

Contenido del Trabajo

Realizar una consulta sobre la norma ANSI/ISA-S5.1 identificación y símbolos de instrumentación. El estudiante explica en máximo dos páginas el objetivo de la norma y sus aspectos más relevantes, utilizando sus propias palabras y apoyándose en las referencias estudiadas.

Objetivo de la norma

La norma ANSI/ISA-S5.1 tiene como propósito principal establecer un sistema de identificación y símbolos que se empleen en el ámbito de la instrumentación y el control de procesos. En mi opinión, esto es esencial para facilitar la comunicación clara y efectiva entre todas las personas que participan en el diseño, la instalación, la operación y el mantenimiento de los sistemas de control. Al tener una nomenclatura estandarizada y un conjunto de símbolos comunes, se busca reducir la confusión y los errores al interpretar los diagramas y documentos relacionados con la instrumentación. Esto, a su vez, contribuye a aumentar la seguridad y la eficiencia en las operaciones industriales.

Aspectos más relevantes

1. Identificación de Instrumentos:

- La norma detalla un sistema de identificación que clasifica los instrumentos según su tipo y función. Cada dispositivo se etiqueta con un código que indica su propósito y ubicación en el proceso. Por ejemplo, un

sensor de temperatura podría identificarse como "T" seguido de un número, mientras que una válvula se podría representar como "V".

2. Símbolos de Instrumentación:

- Se proporciona un conjunto de símbolos gráficos estandarizados que representan diferentes instrumentos y dispositivos, como sensores, válvulas y medidores. Estos símbolos son diseñados para ser intuitivos y fácilmente reconocibles, lo que permite a ingenieros y operadores entender rápidamente los diagramas de instrumentación.

3. Especificaciones de Documentación:

- La norma también especifica cómo deben presentarse los documentos relacionados con la instrumentación, incluidos los diagramas de flujo y los diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID). Esto asegura que la información sea consistente y accesible para todos los involucrados en el proceso.

4. Facilitación de la Comunicación:

- Utilizando una nomenclatura y símbolos estandarizados, se mejora la comunicación entre equipos multidisciplinarios, como ingenieros de control, operarios y técnicos de mantenimiento. Esto es especialmente importante en entornos donde la precisión y la seguridad son fundamentales, como en plantas químicas o de energía.

5. Aplicación Internacional:

- La norma está diseñada para su uso en diversas industrias y a nivel internacional, lo que permite que empresas de diferentes países

implementen sistemas de instrumentación compatibles. Esto favorece la cooperación y el comercio global.

Definir un listado de instrumentación detallado, incluyendo marca o modelo, rango de operación, apreciación del instrumento, tipo de salida de los instrumentos y otras características relevantes, basándose en el análisis del problema planteado y las necesidades del proyecto.

Listado de Instrumentación (Fácil Disponibilidad en Colombia)

1. Sensor de Temperatura

- **Marca/Modelo:** DS18B20
- **Rango de operación:** -55°C a +125°C
- **Apreciación:** Alta precisión, ideal para monitoreo de temperatura en invernaderos.
- **Tipo de salida:** Digital (1-Wire)
- **Otras características:**
 - Resistente al agua (versión sumergible disponible).
 - Tiempo de respuesta rápido.

2. Sensor de Humedad del Aire

- **Marca/Modelo:** DHT22 (AM2302)
- **Rango de operación:** 0% a 100% HR
- **Apreciación:** Buena precisión y rango, adecuado para medir la humedad ambiental en invernaderos.
- **Tipo de salida:** Digital

- **Otras características:**
 - Mide tanto temperatura como humedad.
 - Precisión del 2% HR.

3. Sensor de Humedad del Suelo

- **Marca/Modelo:** Sensor de Humedad Capacitivo
- **Rango de operación:** 0% a 100% de humedad del suelo
- **Apreciación:** Menos susceptible a la corrosión que los sensores resistivos, lo que aumenta su durabilidad.
- **Tipo de salida:** Analógico (voltaje)
- **Otras características:**
 - Fácil instalación.
 - Compatible con múltiples sistemas de control.

4. Sensor de Nivel de Agua

- **Marca/Modelo:** HC-SR04 (Ultrasonic Distance Sensor)
- **Rango de operación:** 2 cm a 4 m
- **Apreciación:** Preciso y confiable para medir el nivel de agua en tanques.
- **Tipo de salida:** Digital (pulsos de tiempo)
- **Otras características:**
 - No tiene partes móviles, lo que reduce el desgaste.
 - Fácil integración con microcontroladores como Arduino.

5. Controlador de Riego

- **Marca/Modelo:** Arduino Uno
- **Rango de operación:** Dependiente de los módulos conectados

- **Apreciación:** Flexibilidad y capacidad de programación para automatizar procesos de riego.
- **Tipo de salida:** Digital (salidas PWM para actuadores)
- **Otras características:**
 - Gran comunidad de soporte y recursos en línea.
 - Múltiples entradas para conectar varios sensores.

6. Bomba de Agua

- **Marca/Modelo:** Bomba Sumergible 12V
- **Rango de operación:** Hasta 1.5 m de elevación
- **Apreciación:** Eficiente para sistemas de riego automatizados.
- **Tipo de salida:** Eléctrico (DC)
- **Otras características:**
 - Protecciones contra sobrecalentamiento.
 - Compacta y fácil de instalar.

7. Alarma Visual (LED)

- **Marca/Modelo:** LED RGB
- **Rango de operación:** 3V a 12V
- **Apreciación:** Visibilidad alta, útil para alertar visualmente sobre condiciones anormales.
- **Tipo de salida:** Eléctrico (DC)
- **Otras características:**
 - Puede cambiar de color para diferentes alarmas.
 - Bajo consumo de energía.

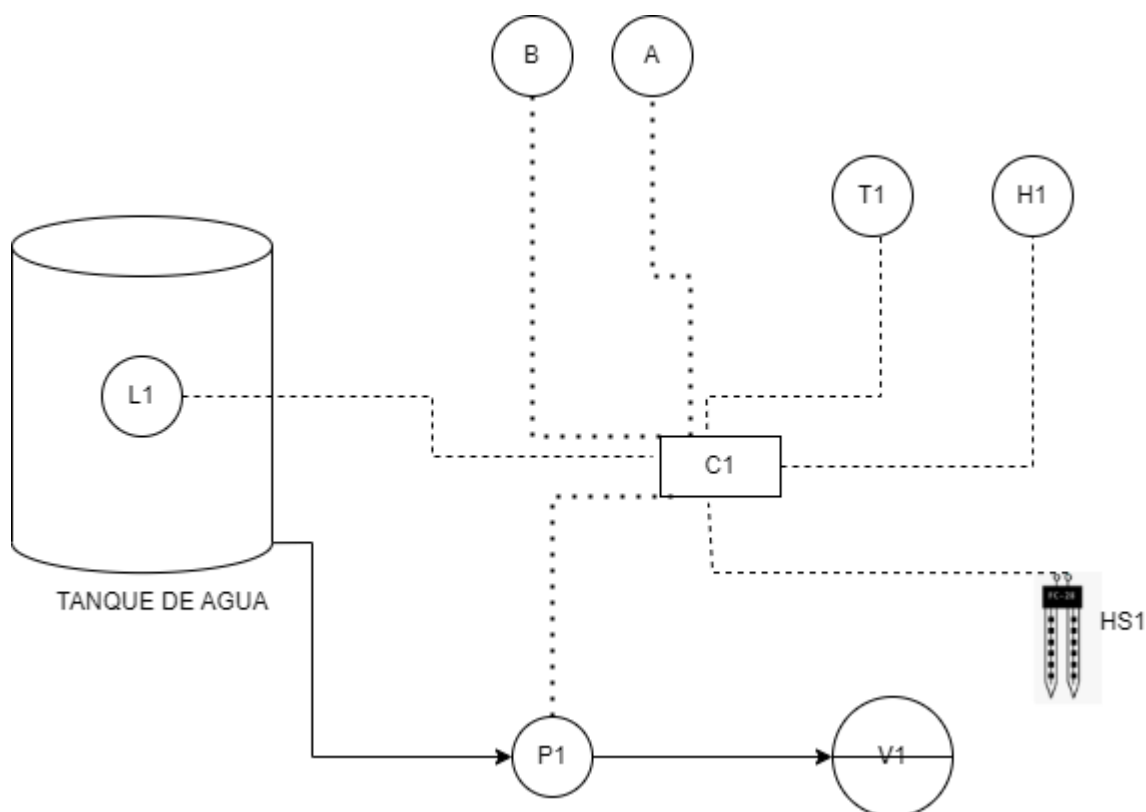
8. Alarma Sonora (Buzzer)

- **Marca/Modelo:** Buzzer Activo 5V
- **Rango de operación:** 5V
- **Apreciación:** Efectivo para alertas sonoras en condiciones críticas.
- **Tipo de salida:** Eléctrico (DC)
- **Otras características:**
 - Fácil de conectar a microcontroladores.
 - Sonido claro y potente para advertencias.

9. Controlador (Arduino Uno)

- **Marca/Modelo:** Arduino Uno
- **Rango de operación:** N/A (se adapta a múltiples módulos)
- **Tipo de salida:** Digital y Analógica (PWM)
- **Otras características:**
 - Programable mediante el IDE de Arduino.
 - Compatible con múltiples sensores y módulos.

3. Realizar el diagrama de tuberías e instrumentación del proceso, siguiendo las normas de la norma ANSI/ISA-S5.1 2022 y asegurando la correcta representación de la instrumentación propuesta.



Trabajo colaborativo:

Leer el problema planteado en el **Anexo 1 – Problema a resolver**.

Teniendo en cuenta el análisis realizado en la actividad anterior, debatir en grupo y planear las fases que se deben desarrollar en el proceso automatizado, definiendo toda la instrumentación involucrada. Realizar una sustentación escrita de la planeación del proyecto donde se detalle la planeación del proceso a trabajar, las variables involucradas y la solución de instrumentación propuesta, demostrando un análisis crítico y fundamentado.

Planeación del Proceso

La planeación del proceso se estructura en varias etapas clave, que garantizan la identificación efectiva de necesidades y la implementación exitosa del sistema de monitoreo ambiental:

1. **Identificación de Necesidades:** Se llevó a cabo un diagnóstico inicial exhaustivo para identificar las condiciones ambientales críticas que afectan el crecimiento de las plantas en los invernaderos. Este diagnóstico abarca aspectos fundamentales como:
 - **Temperatura:** Se determinó que la temperatura óptima para el crecimiento saludable de las plantas se sitúa entre 15°C y 30°C. Temperaturas por debajo o por encima de este rango pueden comprometer el desarrollo de las plantas y afectar su productividad.
 - **Humedad del Aire:** Un nivel de humedad del aire inferior al 40% puede causar estrés hídrico en las plantas, lo que afecta negativamente su salud y rendimiento.
 - **Humedad del Suelo:** Mantener niveles adecuados de humedad en el suelo es crucial para el desarrollo de raíces sanas y un crecimiento óptimo.
 - **Nivel de Agua en los Tanques de Riego:** Un nivel adecuado de agua es esencial para garantizar un funcionamiento continuo y eficiente del sistema de riego.

2. **Selección de Instrumentación:** Se optó por un conjunto específico de instrumentos que permiten medir y controlar las variables identificadas de manera precisa. Esta selección incluye:

- **Sensores de Temperatura:** Para monitorear y registrar la temperatura ambiental.
- **Sensores de Humedad del Aire:** Para medir la humedad relativa del aire.
- **Sensores de Humedad del Suelo:** Para controlar la humedad del sustrato y activar el riego según sea necesario.
- **Sensores de Nivel de Agua:** Para verificar el nivel de agua en los tanques de riego y evitar situaciones de desabastecimiento.

3. **Diseño del Sistema:** Se elaboró un diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID) que representa la interconexión de todos los componentes del sistema. Este diagrama incluye:

- La disposición de los sensores, válvulas y bombas.
- Las conexiones entre los dispositivos y el controlador central, lo que facilita la visualización del flujo de datos y acciones.

4. **Implementación:** Se estableció un cronograma detallado para la instalación de los instrumentos y el sistema de control. Esta fase incluye:

- La instalación física de los sensores y componentes del sistema.
- Pruebas de funcionamiento para asegurar que todos los elementos interactúan correctamente.
- Ajustes necesarios basados en las pruebas iniciales para optimizar el rendimiento del sistema.

Variables Involucradas

Las variables críticas a monitorear en el proceso de crecimiento de las plantas son:

1. **Temperatura (T):** Monitoreo constante para garantizar que se mantenga en el rango óptimo (15°C - 30°C) y prevenir efectos adversos en las plantas.
2. **Humedad del Aire (HA):** Uso de un sensor que permita la monitorización continua y activa de la humedad, asegurando condiciones ideales y alertando cuando los niveles sean insuficientes.
3. **Humedad del Suelo (HS):** Implementación de un sensor que no solo mida la humedad del sustrato, sino que también active el sistema de riego automáticamente en situaciones críticas.
4. **Nivel de Agua en los Tanques de Riego (LW):** Utilización de un sensor que supervise el nivel de agua, asegurando que siempre haya suficiente agua disponible para el riego.

Solución de Instrumentación Propuesta

La solución de instrumentación para el proyecto consta de los siguientes componentes:

1. **Sensores:**
 - **Sensor de Temperatura (T1):** Para medir la temperatura del ambiente.
 - **Sensor de Humedad del Aire (H1):** Para medir la humedad relativa del aire.
 - **Sensor de Humedad del Suelo (HS1):** Para controlar la humedad del sustrato.

- **Sensor de Nivel de Agua (L1):** Para verificar el nivel de agua en los tanques de riego.

2. Controlador (C1):

- Se utilizará un microcontrolador, como **Arduino Uno**, que integrará todos los sensores y gestionará la información recolectada. Este controlador será responsable de recibir las lecturas de los sensores y activar las acciones necesarias en respuesta a condiciones adversas.

3. Acciones de Control:

- Activar **alarmas visuales y sonoras** si se superan los límites establecidos para la temperatura y la humedad del aire, garantizando una respuesta rápida.
- Encender la **bomba de agua** automáticamente si la humedad del suelo es baja, asegurando el riego adecuado.
- Controlar una **válvula de riego** para mantener un suministro constante y apropiado de agua según las condiciones del suelo.

Análisis Crítico

El diseño del sistema propuesto se basa en la interconexión de instrumentos que permiten un monitoreo continuo y automatizado de las condiciones ambientales en los invernaderos. Esta automatización no solo reduce la intervención manual, minimizando el riesgo de errores humanos, sino que también proporciona datos en tiempo real que son cruciales para la toma de decisiones informadas. La implementación de alarmas es

un componente esencial, ya que garantiza que el personal esté alerta ante condiciones que podrían comprometer la salud de las plantas.

Sin embargo, es fundamental considerar la inversión inicial requerida para la adquisición de equipos e instalación, así como la capacitación del personal para el manejo del sistema. La sostenibilidad a largo plazo del sistema dependerá de un mantenimiento regular y de la evaluación constante de los datos obtenidos, lo que permitirá realizar ajustes necesarios y garantizar un funcionamiento óptimo.

Pseudocódigo del Sistema de Monitoreo Ambiental

Inicio

// Definición de variables

Temperatura = 0

Humedad_Aire = 0

Humedad_Suelo = 0

Nivel_Agua = 0

Umbral_Temp_Alta = 30

Umbral_Temp_Baja = 15

Umbral_Humedad_Aire = 40

Umbral_Humedad_Suelo_Bajo = 30

Umbral_Nivel_Agua_Bajo = 20 // Nivel crítico en porcentaje

// Configurar sensores

ConfigurarSensorTemperatura()

ConfigurarSensorHumedadAire()

ConfigurarSensorHumedadSuelo()

ConfigurarSensorNivelAgua()

// Bucle principal

Mientras (verdadero) Hacer

// Leer valores de los sensores

Temperatura = LeerSensorTemperatura()

Humedad_Aire = LeerSensorHumedadAire()


```
Humedad_Suelo = LeerSensorHumedadSuelo()
Nivel_Agua = LeerSensorNivelAgua()
// Comprobar condiciones de temperatura
Si (Temperatura > Umbral_Temp_Alta) Entonces
    ActivarAlarmaVisual()
    ActivarAlarmaSonora()
Fin Si
Si (Temperatura < Umbral_Temp_Baja) Entonces
    ActivarAlarmaVisual()
    ActivarAlarmaSonora()
Fin Si
// Comprobar condiciones de humedad del aire
Si (Humedad_Aire < Umbral_Humedad_Aire) Entonces
    ActivarAlarmaSonora()
Fin Si
// Comprobar humedad del suelo
Si (Humedad_Suelo < Umbral_Humedad_Suelo_Bajo) Entonces
    EncenderSistemaRiego() // Activar riego
Fin Si
// Comprobar nivel de agua
Si (Nivel_Agua < Umbral_Nivel_Agua_Bajo) Entonces
    ActivarAlarmaVisual() // Alerta de nivel de agua crítico
    // Otras acciones adicionales, como detener el riego
Fin Si
// Esperar un tiempo antes de la próxima lectura
Esperar(60000) // Esperar 60 segundos
Fin Mientras
Fin
```

Conclusiones

- **Adaptabilidad del Sistema a Necesidades Específicas:** El sistema de monitoreo diseñado se alinea perfectamente con las necesidades particulares de "GreenGrow Solutions". Su capacidad para medir y controlar variables ambientales críticas garantiza un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas en los invernaderos, lo que se traduce en un aumento en la productividad y calidad de los cultivos.
- **Automatización y Eficiencia en el Uso de Recursos:** La integración de sensores avanzados y alarmas en el sistema permite la automatización tanto del riego como del control de las bombas de agua. Esta automatización no solo optimiza el uso de recursos hídricos, sino que también asegura que las plantas reciban la atención adecuada en tiempo real, reduciendo el riesgo de sobre-riego o desabastecimiento.
- **Documentación y Mantenimiento Estandarizado:** La aplicación de la norma ANSI/ISA-S5.1 en la representación de los diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID) garantiza una documentación clara, precisa y estandarizada. Esto minimiza la posibilidad de errores en la interpretación de los diagramas y facilita significativamente el mantenimiento del sistema, asegurando una operación continua y eficiente a lo largo del tiempo.
- **Impulso a la Sostenibilidad Agrícola:** La implementación de este sistema no solo se centra en el rendimiento inmediato, sino que también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones agrícolas. Al optimizar el uso de

recursos y mejorar la gestión ambiental, "GreenGrow Solutions" se posiciona como un líder en prácticas agrícolas sostenibles.

- **Base para Futuras Innovaciones:** Este sistema de monitoreo establece una base sólida para futuras innovaciones y mejoras. Con la incorporación de tecnologías emergentes, como el análisis de datos y la inteligencia artificial, "GreenGrow Solutions" puede seguir avanzando hacia una agricultura más inteligente y eficiente, adaptándose a las necesidades cambiantes del mercado y del entorno.

Referencias Bibliográficas

- Granda Miguel, M. & Mediavilla Bolado, E. (2015). [Introducción a la Instrumentación Electrónica y a las Técnicas de Medida](#). En Instrumentación electrónica: transductores y acondicionadores de señal (pp. 1-40). Editorial de la Universidad de Cantabria. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/53391>
- Sheel, S. (2014). [Instrumentation Systems](#). En Instrumentation: Theory and applications (pp. 1.1-1.13). Alpha Science International, Limited. <https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7de56a14-1746-3b01-88e2-b79f03533986>
- Corona, L., Abarca, G., & Mares, J. (2014). [Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino](#). México: Grupo Editorial Patria <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/121284>