



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE JUVENTINO ROSAS

KATSI Hardware

Presenta:

Daniel Castro Reyes

Cristian Jesús Ortiz Pineda

Ramses Alejandro Ramos Guerrero

Asesor:

Dr. Juan Israel Yañez Vargas

Co-Asesor:

M.C. Víctor Lauro Pérez García

Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. 2 de abril de 2025.

Contenido

Contenido	I
Lista de figuras	vi
1 Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivo General	2
1.5. Objetivos particulares	2
2 Marco teórico	5
2.1. Elementos de hardware	5
2.2. Sensores utilizados	8
2.3. Protocolos de comunicación	11
2.4. Red de sensores con comunicación inalámbrica mediante Xbee	13
2.5. Análisis FODA septiembre diciembre 2024	13
3 Antecedentes del proyecto	15
3.1. Cuatrimestre Septiembre - Diciembre 2023	15
3.2. Cuatrimestre Enero - Abril 2024	16
3.3. Cuatrimestre Mayo - Agosto 2024	17
3.4. Cuatrimestre Septiembre - Diciembre 2024	17
4 Desarrollo	19
4.1. Importancia del control de CO2 dentro de invernaderos	19
4.2. Medición de CO2	19
4.3. Comparativa de sensores para la medición de Dióxido de carbono	21
4.4. Desarrollo de un sistema para el resguardo del circuito electrónico	22
4.5. Uso de tecnología Xbee	24
4.6. Estudio de la zona de fresnel	25

4.7. Determinación de la Zona de Fresnel	25
4.8. Cálculo del radio de la zona de fresnel	26
4.9. Consideraciones del uso de los módulos Xbee	27
5 Resultados	31
5.1. Sincronización de PIC	31
5.2. Comunicación y envío de datos de PIC a PIC por medio de Xbee	32
6 Conclusión	35
Bibliografía	57

Resumen

El presente documento tiene como objetivo presentar la idea principal del proyecto KATSIs, que se basa en el proyecto RIO para su desarrollo y evolución. Busca mejorar el software y crear un ambiente digital accesible para los administradores. El proyecto se centra en diseñar una interfaz para visualizar, procesar, controlar y almacenar datos de texto obtenidos por sensores en un prototipo para invernaderos. Estos sensores monitorearán la flora y captarán imágenes de los cambios en las plantas. Los datos se almacenarán en una base de datos relacionada con la interfaz para controlar la producción y el riego, así como detectar plagas.

Abstract

This document aims to present the main idea of the KATSIs project, which is based on the RIO project for its development and evolution. It seeks to improve the software and create an accessible digital environment for administrators. The project focuses on designing an interface to visualize, process, control and store text data obtained by sensors in a prototype for greenhouses. These sensors will monitor the flora and capture images of changes in the plants. The data will be stored in a database linked to the interface to control production and irrigation, as well as detect pests.

Lista de figuras

1.1. Diagrama de motivación del proyecto	1
2.1. Sistema embebido	6
2.2. Microcontrolador	6
2.3. Datasheet de PIC16f877A	7
2.4. Oscilador de cristal	7
2.5. Capacitores cerámico	7
2.6. Conversión analógica a digital	8
2.7. Pantalla OLED	8
2.8. Datasheet del sensor LM35	8
2.9. Datasheet DHT-11	9
2.10. Sensor de humedad de la tierra	9
2.11. Sensor de PH	10
2.12. Sensor CCS811	10
2.13. Modulos Xbee	11
2.14. Protocolo de comunicación inalámbrico	11
2.15. Protocolo I2C	12
2.16. Protocolo de comunicación USART	12
2.17. Ejemplo de red de sensores	13
4.1. Pruebas de CO2 con el sensor CCS811	21
4.2. Pruebas de CO2 con el sensor MQ135	21
4.3. Mediciones para las dimensiones del contenedor	22
4.4. Cortes del boceto establecido	23
4.5. Ensamble de piezas	23
4.6. Pruebas de envío y recepción de mensajes con Xbee	24
4.7. Zona de fresnel en radio enlace	25
4.8. Fórmula para el cálculo de la zona de fresnel	26
4.9. Fórmula posterior para realizar el cálculo	26
4.10. Fórmula posterior para realizar el cálculo	26

4.11. Fórmula posterior para realizar el cálculo	27
5.1. Conexión de PIC con módulos Xbee	31
5.2. Envío de mensajes de PIC con módulos Xbee	32
5.3. Lectura y envío de datos	32
5.4. Recepción de datos de un microcontrolador a otro.	33

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo será agregada la motivación del proyecto, así como la problemática que se busca resolver y la razón por la cual se busca dar una solución a la problemática, así como el objetivo general y los objetivos particulares del proyecto.

1.1. Motivación

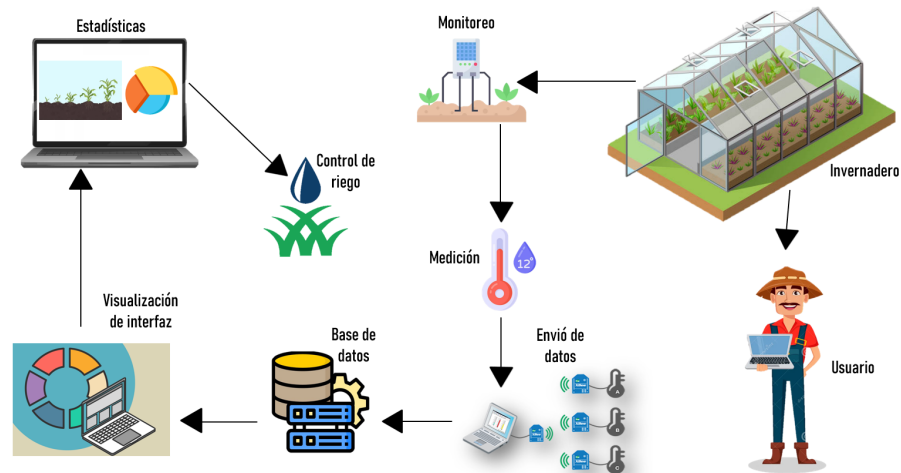


Figura 1.1: Diagrama de motivación del proyecto

En la figura 1.1 se realiza una descripción gráfica de la motivación y meta a seguir, este proyecto se enfoca en ayudar a la sociedad, en buscar un bien común y facilitar labores con un sistema de monitoreo, control y adquisición de información de un invernadero, más contar con una interfaz tecnológica fácil de usar y controlar para cualquier

usuario que la adquiera.

Representa la búsqueda de objetivos y puntos a lograr partiendo desde el interior del invernadero, lugar que se espera lograr que pueda ser monitoreado por un usuario a distancia, a través de las mediciones y valores que proporcionen los sensores utilizados hacia la interfaz donde el usuario puede visualizar estos valores. A partir de módulos XBEE se transmitirán las mediciones de los sensores, éstas podrán ser visualizadas a través de la interfaz y además de lograr almacenar las variables dentro de una base de datos que pueda mostrar los datos almacenados a través de la interfaz en modo de datos y estadísticas y a partir de esto llevar un seguimiento del interior del invernadero.

1.2. Planteamiento del problema.

La pérdida y desperdicio de agua en cultivos de invernaderos podría evitarse creando un sistema de automatización, medición, análisis y control que pueda administrarse y realizar consultas de información almacenada dentro de una interfaz.

1.3. Justificación

Al implementar el proyecto se busca encontrar una solución y apoyo al problema de desperdicio de agua en el riego de cultivos en invernaderos, en donde la implementación de hardware propone realizar un sistema automatizado de riego mediante la recopilación de datos de sensores de humedad, temperatura y PH, y todos los datos sean almacenados en una interfaz desarrollada en python por el equipo que busque generar la automatización de invernaderos a un nivel más accesible para un usuario o administrador que busque consultar y monitorear los cambios y datos almacenados de cada cierto tiempo.

1.4. Objetivo General

Diseñar y desarrollar un sistema embebido para adquisición, monitoreo, control y envío a distancia de datos de invernadero y sean visualizados en una interfaz desarrollada en python para el procesamiento, control y almacenamiento de datos.

1.5. Objetivos particulares

- Realizar un análisis de requerimientos a partir del uso del sistema de adquisición de datos.
- Desarrollo de un sistema de control de invernadero a partir de un sensor de humedad del suelo y del ambiente.

- Ejecutar mediciones de temperatura dentro del invernadero, así como en el exterior.
- Comparar el margen de error que existe entre cada uno de los sensores utilizados.
- Registrar las mediciones obtenidas y representar mediante gráficas.
- Incorporar mecanismos de automatización para el control de motores mediante condiciones de temperatura.
- Anexar sensores de CO para monitorear la calidad del aire dentro del invernadero.
- Crear una topología utilizando la tecnología de XBee.
- Desarrollar una red de sensores para el monitoreo del invernadero.
- Realizar diversas pruebas para obtener datos mas precisos en cuanto a mediciones y distancia entre las XBee.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Elementos de hardware

Memoria RAM

La memoria RAM es la memoria principal de un dispositivo, esa donde se almacenan de forma temporal los datos de los programas que estás utilizando en este momento. Sus siglas significan Random Access Memory, lo que traducido al español sería Memoria de Acceso Aleatorio, y es un tipo de memoria que te puedes encontrar en cualquier dispositivo, desde ordenadores de sobremesa hasta teléfonos móviles.

Memoria ROM

La ROM o memoria de solo lectura (de su acrónimo en inglés read-only memory) es el medio de almacenamiento que se usa en los ordenadores y dispositivos electrónicos cuya característica diferencial es que únicamente tiene acceso de lectura, y no de escritura.

Sensor

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Transductor

Un transductor define como un dispositivo fundamental en el sistema de control de medidores eléctricos. Actualmente, son muy utilizados en los sistemas de automatiza-

ción y control para registrar grandes magnitudes. Y no sólo nos estamos refiriendo a las magnitudes más conocidas como son: temperatura y presión; también sirven para registrar caudales o concentración de gases.

Sistema embebido

Es un sistema de computación diseñado para realizar funciones específicas, y cuyos componentes se encuentran integrados en una placa base.



Figura 2.1: Sistema embebido

Microcontrolador

Un Microcontrolador es un circuito integrado que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. Incluye un procesador y una memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM) para posteriormente ejecutar las instrucciones almacenadas en su memoria. Su función es la de automatizar procesos y procesar información.

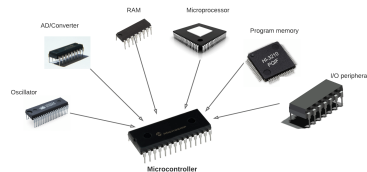


Figura 2.2: Microcontrolador

PIC

El Programmable Integrated Circuit (PIC) (Circuito Integrado Programable), es un dispositivo que controla las interrupciones que van al CPU.

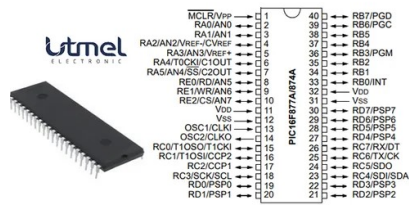


Figura 2.3: Datasheet de PIC16f877A

Oscilador de cristal

Un oscilador de cristal es un componente electrónico que utiliza las propiedades piezo eléctricas de ciertos cristales para generar una señal eléctrica precisa y estable en términos de frecuencia.

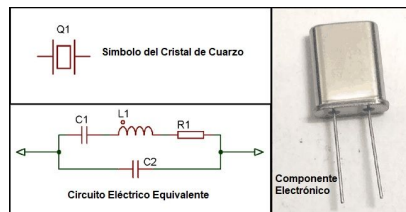


Figura 2.4: Oscilador de cristal

Capacitores cerámicos

Un capacitor cerámico es un componente electrónico pasivo que es capaz de almacenar una carga eléctrica, se comporta como un filtro que bloquea la corriente directa y permite que la corriente alterna fluya sin ningún problema.



Figura 2.5: Capacitores cerámico

ADC

Son dispositivos capaces de transformar una señal analógica en una digital, de esta manera permiten la transmisión de información de un dispositivo a otro.

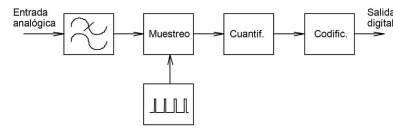


Figura 2.6: Conversión analógica a digital

Pantalla OLED

La tecnología OLED (diodo orgánico emisor de luz) se usa en televisores de gama alta. Estas pantallas son de muy alta calidad y se diferencian de las pantallas LED o LCD, ya que cada píxel se ilumina por separado, ofreciendo colores, contraste y brillo únicos.

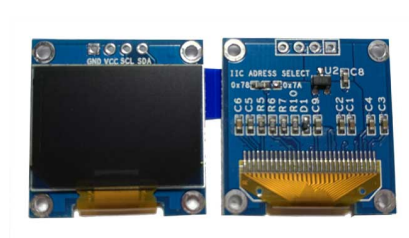


Figura 2.7: Pantalla OLED

2.2. Sensores utilizados

Sensor de temperatura LM35

LM35 es un sensor de temperatura analógico permite medir temperatura en un rango desde -55°C hasta 150°C . Su salida es de tipo analógica y lineal con una pendiente de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.

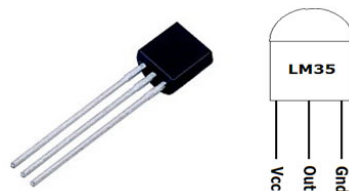


Figura 2.8: Datasheet del sensor LM35

Sensor DHT-11

El DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos.

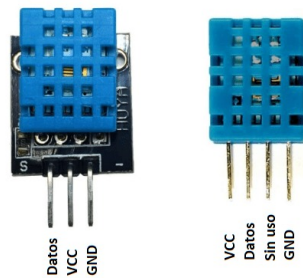


Figura 2.9: Datasheet DHT-11

Sensor de humedad de la tierra

Emplean electrodos insertados en el material cuya resistencia eléctrica cambia con el contenido de humedad. A medida que el material absorbe o libera agua, su resistencia eléctrica varía, y esta variación se mide para determinar el contenido de humedad.

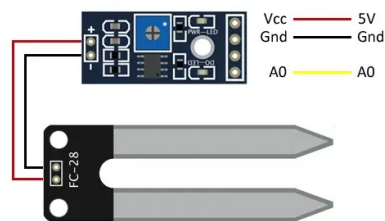


Figura 2.10: Sensor de humedad de la tierra

Sensor de PH

Los sensores de pH monitorean la actividad de los iones de hidrógeno en una solución usando electrodos. Al hacerlo, el electrodo de medición mide el intercambio de iones a través de la capa de gel formada en la membrana de vidrio y lo compara con el voltaje medido del electrodo de referencia interno.

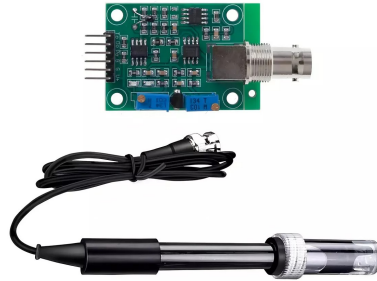


Figura 2.11: Sensor de PH

Sensor de CCS811

El sensor de calidad de aire CCS811 es un sensor de detector de gas digital de muy baja potencia que incorpora un sensor de gas de óxido metálico para identificar una amplia gama de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) para el monitoreo de la calidad del aire con un microcontrolador que proporciona un ADC y una interfaz I2C.

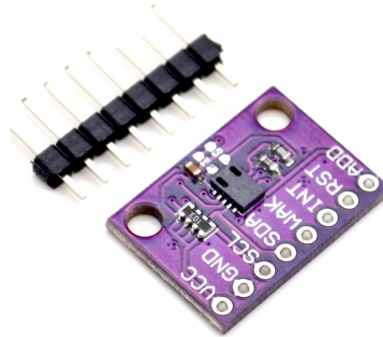


Figura 2.12: Sensor CCS811

Módulos XBee

XBee es el nombre comercial del Digi de una familia de módulos de comunicación por radio y están basados en el estándar zigbee, pero digi tiene muchos Xbee y algunos son zigbee estándar y otros son propietarios o modificaciones del estándar. Existen muchos módulos Xbee basados en el estándar IEEE 802.15.4



Figura 2.13: Modulos Xbee

2.3. Protocolos de comunicación

Zigbee

Zigbee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

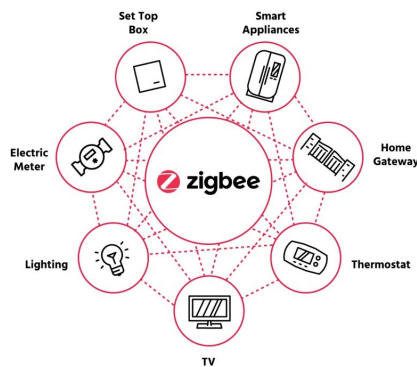


Figura 2.14: Protocolo de comunicación inalámbrico

I2C

I2C es un puerto y protocolo de comunicación serial, define la trama de datos y las conexiones físicas para transferir bits entre 2 dispositivos digitales. El puerto incluye dos cables de comunicación, SDA y SCL. Además el protocolo permite conectar hasta 127 dispositivos esclavos con esas dos líneas, con hasta velocidades de 100, 400 y 1000

kbits/s.

El protocolo I2C es uno de los más utilizados para comunicarse con sensores digitales, ya que a diferencia del puerto Serial, su arquitectura permite tener una confirmación de los datos recibidos.

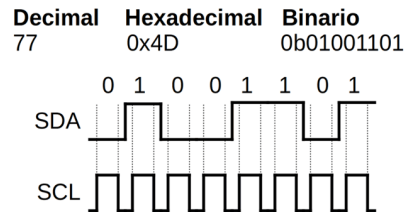


Figura 2.15: Protocolo I2C

USART

Es una forma de comunicación entre dispositivos que tengan esta capacidad, donde los datos son enviados en grupos de 8 bits o de 9 bits pero de bit por bit, esto es en serie por eso se dice que esta es una comunicación serial.

Existen dos tipos de comunicación USART

- Comunicación asíncrona: Uno de los hilos será para la transmisión de datos y el otro hilo será para la recepción de datos entre un dispositivo a otro, la transmisión y la recepción puede ocurrir de forma simultánea.
- Comunicación síncrona: Uno de los hilos será utilizado tanto para la transmisión y la recepción de datos por lo que la transmisión no puede ser simultánea, el otro hilo será utilizado para enviar la señal de reloj de sincronización entre dispositivos.

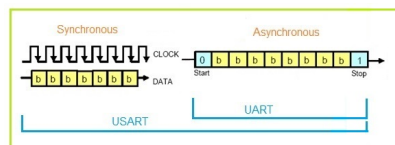


Figura 2.16: Protocolo de comunicación USART

2.4. Red de sensores con comunicación inalámbrica mediante Xbee

Una red de sensores se define como un conjunto de dispositivos interconectados que comunican y procesan datos mediante la implementación de tecnologías y protocolos de comunicación específicos. Las redes de sensores se utilizan en diversos campos, como la agricultura, la automatización y el monitoreo ambiental.

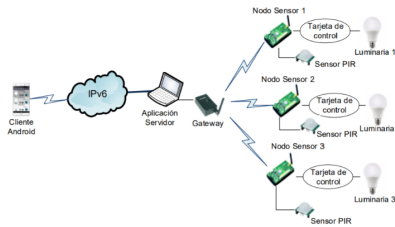


Figura 2.17: Ejemplo de red de sensores

2.5. Análisis FODA septiembre diciembre 2024

Fortalezas:

- Crecimiento en el área de la electrónica para futuros proyectos aplicados en invernaderos sustentables.
- Independencia en el desarrollo de las tarjetas electrónicas para su libre patente.
- Adaptabilidad para cumplir con los requerimientos solicitados, dentro de los invernaderos.
- Calidad en el producto.
- Crecimiento en el desarrollo de nuevas tecnologías para la competitividad.
- Aprendizaje práctico en el ámbito académico.
- Flexibilidad en el monitoreo de variables ambientales en invernaderos.
- Optimización de recursos para su desarrollo.

Oportunidades:

- Crecimiento inteligente del sector agrícola y sostenible con el medio ambiente.
- Comercialización de productos tecnológicos a consumidores del sector agrícola.
- Integración con tecnologías de control remoto.

- Colaboración con otros sectores.
- Aplicación de energías renovables para el suministro eléctrico.
- Aportaciones en el área agrícola para la solución de futuras problemáticas.
- Expansión de cultivo hacia otros productos para el consumo humano.

Debilidades:

- Limitaciones en el hardware en comparación con otras tecnologías.
- Consumo de energía con respecto a la aplicación de nuevos componentes.
- Falta de precisión en los sensores para la medición de variables ambientales.
- Deficiencia en el mantenimiento del invernadero por falta de herramientas.
- Falta de servicios debido a la ubicación del invernadero.
- Dificultades en la integración de nuevos módulos.
- Entorno desafiante en la programación de los microcontroladores.

Amenazas:

- Entorno peligroso al encontrarse en una zona rural.
- Fallas en los componentes y poca disponibilidad del material.
- Condiciones climáticas extremas, así como bajas temperaturas.
- Costos de implementación al contar con un presupuesto limitado.
- Competencia en el ámbito tecnológico.
- Propagación de plagas dentro del invernadero.
- Dificultades en el uso y aplicación para la persona que no esté capacitado.