

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Ciencias computacionales

Título del trabajo

Diseño de una red inteligente con alimentación fotovoltaica utilizando microcontroladores, comunicación Inalámbrica y una infraestructura IoT. Para monitoreo de variables de proceso en tableros eléctricos de diferentes áreas de una empresa de logística

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en electrónica y automatización

Presentado por:

Isaac Felipe Zumba Ortiz

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Esta Tesis está dedicada para la mujer que ha visto mis equivocaciones, mis logros y mis éxitos. Quien ha visto mi sufrimiento desde que inicie este sendero del conocimiento en pro de ser profesional y que nunca se ha alejado de mi lado. Esta Tesis va dedicada también al hombre quien su ayuda nunca me fue negada hasta el último suspiro en mi camino al éxito profesional, quien nunca me juzgo por mis equivocaciones y que aun camina a mi lado. Esta tesis va dedicada para mi madre y mi padre. También dedico esta Tesis a mi abuela quien ya no está presente físicamente pero siempre estará en mi corazón y quien estaría feliz de verme llegar a esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos a mi tutor, el MSc. Alexander Prieto, por guiarme y asesorarme, por sus consejos y por impulsarme a siempre hacer algo diferenciador.

A mi consejero académico el MSc. Dennys Cortez nunca olvidare su frase icónica “Por cada semestre que pierda, usted está perdiendo dinero”. Gracias por todo

A mis amigos y los que siempre creyeron en mí.

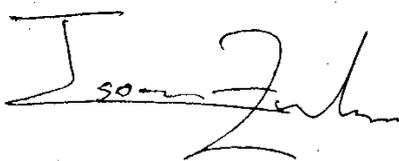
A los que tal vez no creyeron en mí también mis agradecimientos, sin ellos no hubiera tenido el coraje para demostrarme a mí mismo que se equivocaron.

A mi amigo Luis Anthony Villacis Moran por su ayuda invaluable en un momento difícil de mi carrera.

Mis agradecimientos también al Ing. Cristhian Gutiérrez jefe de seguridad industrial del área de la empresa en la cual se inspiró la realización de esta Tesis.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Isaac Felipe Zumba Ortiz* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Isaac Felipe Zumba Ortiz'. The signature is written in a cursive style with a horizontal line underlining the name.

Autor

EVALUADORES

MSc. Dennys Cortez

PROFESOR DE LA MATERIA

MSc. Alexander Prieto

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Toda empresa dispone de tableros eléctricos y de distribución, la mayoría empresas no disponen de sistemas de monitoreo o control de variables de proceso como lo son la temperatura y humedad, esto es un aspecto importante ya que con el tiempo los tableros requieren de mantenimiento y pueden sufrir de averías lo cual es necesario mejorar. Por ello en esta sección se diseñó un sistema IoT con microcontroladores con Recepción de variables de proceso y envió a la nube por medio de un Gateway, el sistema contará con 4 sensores RS-485 modbus RTU de tipo industrial que pueden medir temperatura como también humedad y enviarlo por medio de trama hacia un microcontrolador para posteriormente hacer el envío hacia la nube de IoT, también contará con un sensor que alertará la apertura de una de las puertas del tablero eléctrico.

El sistema podrá monitorear en tiempo real el estado de los sensores y se podrá visualizar en un Dashboard usado para el internet de las cosas, el cliente solo necesitará un link proporcionado por el diseñador para poder visualizarlo desde un Tablet u dispositivo inteligente con acceso a internet. cabe recalcar que el cliente lo podrá visualizar desde cualquier lugar del mundo ya que la plataforma es usada a nivel global y puede también habilitar la toma de decisiones y las empresas e integradores la usan para proyectos de IoT

ABSTRACT

Every company has electrical and distribution panels, most companies do not have monitoring or control systems for process variables such as temperature and humidity, this is an important aspect because over time the panels require maintenance and may suffer from failures which is necessary to improve. Therefore in this section an IoT system is designed with microcontrollers with receiving process variables and sent to the cloud through a Gateway, the system will have 4 sensors RS-485 modbus RTU industrial type that can measure temperature and humidity and send it through a frame to a microcontroller and then send it to the IoT cloud, it will also have a sensor that will alert the opening of one of the doors of the electric board.

The system can monitor in real time the status of the sensors and can be displayed on a Dashboard used for the internet of things, the customer will only need a link provided by the designer to view it from a Tablet or smart device with internet access, it should be noted that the customer can view it from anywhere in the world as the platform is used globally and can also enable decision making and companies and integrators use it for IoT projects.

Keywords: Sensores, Monitoreo, GPRS, SCADA, IoT, Microcontroladores,

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XII
CAPÍTULO 1	13
1. Introducción	13
1.1 Descripción del problema	14
1.2 Justificación del problema.....	15
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Marco teórico	17
1.4.1 Tableros eléctricos	17
1.4.2 Que es un tablero eléctrico según la normativa internacional	18
1.4.3 Fallos o averías	18
1.4.4 Factores incidentes	18
1.4.5 sistema de monitoreo	19
1.4.6 Sensores	20
1.4.7 Microcontrolador.....	23
1.4.8 Comunicación por radiofrecuencia.....	23

1.4.9	Comunicación serial	24
1.4.10	Que es RS-485.....	25
1.4.11	Tecnología IoT	26
1.4.12	Dashboard.....	27
1.4.13	sistema de monitoreo de tableros eléctricos	27
1.4.14	Sistemas SCADA de monitoreo.	28
1.4.15	Sistema solar fotovoltaico	28
1.4.16	Sistemas fotovoltaico Off-Grid (aislado de la red eléctrica).....	28
CAPÍTULO 2.....		30
2.	Metodología	30
2.1	Empresa beneficiada: Operador Logístico.....	30
2.2	Requerimientos del cliente.....	32
2.3	Selección de la capa física de comunicación serial a usar	32
2.3.1	Diferencias entre RS-232 Y RS-485:.....	32
2.4	Módulo Conversor de RS485-SERIAL.....	32
2.5	Tabla de pines del módulo conversor RS485-TTL.....	33
2.6	Teoría de envío y recepción del protocolo Modbus RTU	34
	con el sensor XY-MD02.	34
2.7	Selección de sensores para el sistema de monitoreo inteligente	35
2.7.1	Sensor de temperatura y humedad.....	35
2.7.2	Sensor de temperatura DHT11	37
2.7.3	Sensor magnético para detección de apertura de puerta.....	38
2.7.4	Circuito equivalente del sensor magnético en conexión con el microcontrolador	39
2.8	Propuesta de los controladores	40
2.8.1	Módulo ESP32	40
2.8.2	Modelo Inalámbrico RF	42

2.8.3	Selección del Microcontrolador	45
2.8.4	PIC 18F27Q10 Curiosity nano	46
2.9	Propuesta de Diagrama de conexiones eléctricas (Pines de conexión)	49
2.10	Diagrama de sistema de monitoreo IoT de	50
2.11	Diagrama 2 de funcionamiento	51
2.12	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA COMPLETO	52
2.13	Tablas de entradas y salidas del microcontrolador PIC18F47Q10	53
2.14	Estimación de consumo de los componentes	54
2.15	Dimensionamiento fotovoltaico	55
2.16	Partes fundamentales del sistema solar fotovoltaico para alimentación del sistema IoT	56
2.16.1	Módulo fotovoltaico	56
2.16.2	Controlador o regulador de carga.....	56
2.16.3	Baterías.....	57
2.17	Tabla de protocolos Modbus.....	58
2.18	Prueba de envío de datos del sensor industrial RS-485 con el software Modbus Poll .	59
2.19	Dashboard de monitoreo	62
2.20	DEVICE: DISPOSITIVOS AGREGADOS EN UBIDOTS	66
2.21	Visualización del estado de alarma en ubidots	67
2.22	ESTADO DE PUERTAS DEL TABLERO.....	69
2.23	SCADA en Computadora.....	71
CAPÍTULO 3.....		73
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	73
3.1	Lectura de las mediciones de los sensores del sistema de monitoreo IoT ...	73
3.2	Activación de alarma desde Ubidots.....	75

3.3	Diseño del Dashboard del sistema de monitoreo IoT en la plataforma Ubidots.	75
3.4	Análisis de costos del sistema de monitoreo	76
3.5	SISTEMA DE MONITOREO IoT	78
3.6	SISTEMA DE MONITOREO LOCAL	78
3.7	Costo total del sistema.....	79
CAPÍTULO 4		80
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	80
	Conclusiones	80
	Recomendaciones	82
BIBLIOGRAFÍA.....		83
APÉNDICES		88
APÉNDICE A		88
ANEXOS.....		95

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SCADA	Supervisión, Control y adquisición de datos
NEC	Código eléctrico nacional
IoT	Internet of Things
PTC	Termistor PTC
NTC	Termistor PTC
PIC	Microcontrolador
RF	Radiofrecuencia

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
Voltios	Voltios
A	Amperios
mA	Miliamperios
mV	Milivoltio
W	Vatio
MHz	Megahercios
kHz	Kilohercios
GHz	Gigahercios

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Tablero eléctrico [3]	17
Figura 1-2 Sensores de temperatura. termopar, termistores y RTD [7]	21
Figura 1-3. sensor de humedad	22
Figura 1-4. Transmisión de datos serial [14]	25
Figura 1-5 Dashboard [17]	27
Figura 1-6. Sistema aislado de la RED [21]	29
Figura 2-1. Propuesta de posible ubicación de los equipos en la empresa	31
Figura 2-2. Conversor RS485-TTL.....	33
Figura 2-3. Forma de petición de datos para los esclavos Modbus RTU [23]	34
Figura 2-4. Trama Modbus RTU [24].	34
Figura 2-5. Sensor RS-485-XY- MD02.....	36
Figura 2-6. Sensor DHT11 [25].....	37
Figura 2-7. Sensor magnético [26].....	38
Figura 2-8. Sensor magnético de apertura de puertas [27]. Fuente: El autor	39
Figura 2-9. Modulo Esp32 [28]	40
Figura 2-10. Módulos RF: TX Y RX [30].	42
Figura 2-11. Microcontrolador: PIC18F47Q10.....	46
Figura 2-12. Diagrama de funcionamiento con sensor de temperatura DHT11	51
Figura 2-13. Diagrama de bloques del sistema completo	52
Figura 2-14. Módulo Fotovoltaico de 12V-60W de la marca Canadian solar [36]	56
Figura 2-15. Controlador de carga solar 12V-20A [38].....	57
Figura 2-16. Batería de GEL 12V-100Ah. [39]	57
Figura 2-17. Configuración de velocidad y elección del puerto COM	59
Figura 2-18. Visualización de la temperatura y humedad.....	59
Figura 2-19. Configuración, elección en hexadecimal	60
Figura 2-20. elección del valor del ID del esclavo.....	61
Figura 2-21. Salida de temperatura y humedad.....	61
Figura 2-22. Dashboard de monitoreo variables de temperatura 1 y 2.....	62

Figura 2-23. Dashboard de monitoreo variables de temperatura 3 y 4.....	63
Figura 2-24. Visualización de estado de temperatura en ubidots.	64
Figura 2-25. Visualización del estado de humedad en Ubidots.	65
Figura 2-26. Dispositivos agregados en la plataforma IoT (UBIDOTS)	66
Figura 2-27. Dashboard de monitoreo, variable de alarma	67
Figura 2-28. Visualización de activaciones de alarma	68
Figura 2-29. Estado de puerta cerrada	69
Figura 2-30. Estado de puerta Abierta	69
Figura 2-31. Visualización de los horarios de activación	70
Figura 2-32. Scada en Computadora para visualización del operario	71
Figura 2-33. Scada en Computadora para visualización del operario	71
Figura 2-34. Bloques de configuración para NODE-RED	72
Figura 3-1. Lectura de sensores del sistema de monitoreo para los tableros eléctricos.....	74
Figura 3-2. Activación de alarma desde plataforma IoT.....	75
Figura 3-3. Dashboard IoT	76
Figura 3-4. Sistema de monitoreo remoto	78
Figura 3-5. Sistema de monitoreo local.....	79
Figura 4-1. Código de pruebas con los sensores XY-MD02 en el IDE DE ARDUINO	89
Figura 4-2. Prueba física con el sensor XY-MD02	95
Figura 4-3. Prueba física con el sensor XY-MD02	96
Figura 4-4. Prueba física con el sensor DHT11 y el módulo ESP32	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.Especificaciones RS-485	26
Tabla 1 Comparación de 2 tipos de comunicaciones seriales	32
Tabla 3. Tabla de características del módulo RS485-TTL	33
Tabla 4.Pines del módulo conversor RS485-TTL	33
Tabla 5. Características sensor RS-485. XY-MD02.....	36
Tabla 8. Características modulo ESP32	41
Tabla 6. Características del Módulo RF de transmisión.....	43
Tabla 7.Características Modulo RF de recepción	44
Tabla 9. Tabla comparativa de algunos microcontroladores de Microchip	45
Tabla 10. Tabla características microcontrolador PIC 18F27Q10.....	47
Tabla 11.tabla de entradas y salidas del Microcontrolador PIC18F47Q10	53
Tabla 12.Tabla de entradas y salidas Esp32	53
Tabla 13.Tabla de consumo de los componentes.....	54
Tabla 14. Estimación del costo total del SISTEMA IoT	77
Tabla 15. Estimación del costo total del sistema fotovoltaico	77

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Diagrama de conexiones eléctricas (Pines de conexión)

PLANO 2 Diagrama sistema IoT

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Muchas empresas de logística tienen la función de realizar tareas de operador logístico, esto incluye un servicio y aporte de transporte de mercadería para empresas tanto privadas como públicas por ello requieren de bodegas y almacenes, en los cuales toda las protecciones y energía suministrada vienen de grandes tableros eléctricos y de distribución. Se sabe que una falla en uno o más de ellos incurriría a detención de sus procesos, lo cual sería grave debido a que muchas de estas empresas disponen de cámaras de frío, cada una de ellas lleva anclado un sistema de protección que viene desde un tablero eléctrico. Según la normativa eléctrica americana NFPA-70 para sistemas eléctricos la frecuencia de fallas podría evitar que los procesos realicen sus distintas funciones, eso causa efectos de degradación en el funcionamiento de un sistema eléctrico (NFPA 70, 2020, pp.70).

En la búsqueda de mejores sistemas de monitoreo grandes empresas del mundo han ofrecido en sus instalaciones dispositivos para monitorear variables como lo es la temperatura dentro un tablero eléctrico, esto como parte fundamental de dar seguridad y poder tener confiabilidad sobre los sistemas instalados en la parte eléctrica de dichas Empresas. Se sabe que las empresas de logística están siendo cada vez más necesarias y requeridas por otros clientes para poder realizar distribución de mercadería, por lo cual es importante que cada una de ellas tenga seguridad dentro de su sistema tanto eléctrico como electrónico por ello se diseñó un sistema IoT que pueda dar el estado de temperatura, humedad y estado de acceso a los tableros eléctricos.

El proyecto fue basado en una empresa que desempeña la función de operador logístico ubicada en la ciudad de Guayaquil-Ecuador que se encarga de labores de traslado de mercadería para cualquier tipo de empresa, para la cual se ha diseñado un sistema de monitoreo de variables de proceso con una red IoT que pueda dar el respectivo estado. Con este sistema se puede tener detalles como ascensos anormales de temperatura o porcentajes de humedad no deseados o incluso notificación de acceso no autorizado acceso al panel eléctrico dentro de cualquier tablero al que se le haya instalado esta tecnología dentro de la empresa y así poder mantener informado al personal mediante

un sistema electrónico y una red inteligente a medida y con envío de estas variables de proceso directamente a la nube.

1.1 Descripción del problema

En una empresa de logística ubicada en la ciudad de Guayaquil, los paneles eléctricos sufren de mal funcionamiento y de averías o fallas debido a que las condiciones en que trabajan no son las adecuadas. Uno de los factores que los afecta es la alta temperatura dentro del panel, provocada por la temperatura ambiente y el calentamiento del equipamiento eléctrico que, al estar cerrado, comienza a afectar a los componentes eléctricos del panel. La humedad acumulada dentro del panel también es un factor que puede perjudicar la fiabilidad de los equipos. El acceso indiscriminado al panel por parte del personal de la empresa permite la inadecuada operación de su sistema eléctrico y hasta la posible pérdida de alguno de sus componentes. Si se quedase abierto el panel además puede provocar la acumulación de polvo que también puede afectar a los componentes.

Estos factores pueden ser evitados o al menos minimizados mediante algún sistema que permita monitorear las variables de temperatura, humedad y el acceso al panel eléctrico que en la actualidad no existe en la empresa.

1.2 Justificación del problema

El proyecto nace como apoyo en la tecnología IoT (Internet of Things) para poder monitorear y visualizar variables desde la nube o internet, así de esta manera se puede saber si algún parámetro está fuera de rango para tomar medidas o saber cómo mejorar el proceso en comparativa a los métodos anteriores usados ya que se está implementando un sistema inteligente.

La ventaja de tener comunicación inalámbrica es muy útil al momento de realizar la instalación ya que sería una instalación más rápida, se evita la interrupción de cables por áreas no accesibles de la empresa y se ahorraría en costes de instalación y cable.

Lo que se plantea es realizar un sistema IoT utilizando sensores de temperatura y humedad en conjunto con controladores y módulos de comunicación inalámbrica, para poder enviar la información a la Nube para monitoreo.

Por tanto, la intención de este proyecto es diseñar una red IoT que permita monitorear variables como temperatura, humedad y el acceso al panel eléctrico, y mantener informado al responsable de área si en algún momento hay una divergencia en el cambio de estas variables de manera no habitual, como también en el acceso indebido de algún personal no autorizado al panel eléctrico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una red inteligente con alimentación fotovoltaica utilizando un microcontrolador, por medio de comunicación RF y una infraestructura IoT para monitoreo de la temperatura, humedad y acceso en tableros eléctricos de diferentes áreas de una empresa de logística.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar la instrumentación y el equipamiento adecuado a los requerimientos del proyecto.
- Diseñar la interconexión electrónica de la instrumentación y el equipamiento mediante microcontroladores y módulos de comunicación XBee.
- Programar el microcontrolador para el adecuado monitoreo de los parámetros requeridos por los tableros eléctricos.
- Diseñar el sistema SCADA e IoT para el monitoreo de los parámetros requeridos.
- Simular parcialmente el sistema diseñado mediante un ordenador personal y parte del equipamiento verificándose su correcto funcionamiento.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Tableros eléctricos

En cualquier aplicación que demande una mediana o alta potencia eléctrica es natural tener un tablero eléctrico dado que estos garantizan el correcto funcionamiento una vez energizados, todo esto para la seguridad de operadores e instalaciones en las que están ubicados. Todos estos llamados también cuadros o tableros eléctricos contienen ciertos protección de cortocircuito y sobrecarga.

Un tablero eléctrico debe cumplir con las normativas concernientes según el país en el cual se ejecute el proyecto o instalación y a su vez para que su funcionamiento sea garantizado para que las instalaciones en las cuales ha sido instalado tengan un entorno seguro y libre de fallos o averías [1] [2].



Figura 1-1. Tablero eléctrico [3]

1.4.2 Que es un tablero eléctrico según la normativa internacional

Es una combinación de uno o más dispositivos de maniobra, asociado con equipo de control, medida, protección y regulación completamente ensamblados; es decir, con todas sus interconexiones eléctricas y mecánicas terminadas, así como sus partes estructurales (Norma IEC 439-1).

1.4.3 Fallos o averías

En los tableros eléctricos suelen suceder ciertas fallas que pueden afectar en poca o en gran medida dependiendo de la avería o falla. Todas estas fallas pueden darse debido a cables o conductores que han sido expuestos por ausencia de su cubierta protectora, por cambios de voltaje en lugares donde no debería de suceder y kilovatios insuficientes para alimentar de manera simultánea a varios equipos o circuitos.

Las fallas también se pueden atribuir en un componente de protección al suceder un falso contacto de conductores en sus bornas y distintas conexiones, por sobrecargas eléctricas, por deterioro mecánico de aislamiento [4].

1.4.4 Factores incidentes

1.4.4.1 Temperaturas altas

Las altas temperaturas podrían poner en riesgo si es que están fuera de los rangos para los cuales ha sido dimensionado el conductor o el equipamiento de protección eléctrico, pese a que todo tablero tiene ya su dimensionamiento, algunos empresarios han optado por el uso de un sistema de monitoreo debido a las divergencias del sistema, no solo como protección si no como método de saber cómo afecte en su eficiencia en el tiempo además de tener protecciones.

1.4.4.2 Humedad alta

La humedad es un factor que ciertamente no es tan considerada en una instalación, debido a que ya realizan un dimensionamiento con respecto a factores como la temperatura y demás. Pese a esto si existirá humedad o por alguna razón, hubiese filtraciones de agua, debería de poder tener este dato, ya que esto sí podría afectar a los equipos y poder causar que algún dispositivo, conductor o elemento de protección se vea comprometido haciendo su función de corte, e impida la circulación de corriente eléctrica ocasionando tiempo de inactividad en el sistema.

1.4.4.3 Polvo

El polvo es algo que siempre estará presente en cualquier instalación de cierta forma, pero la idea es mantener un tablero cerrado para minimizar el exceso y acumulación de partículas que pueden causar problemas en el correcto funcionamiento del tablero eléctrico.

1.4.5 sistema de monitoreo

Un sistema de monitoreo es un medio por el cual se puede saber el estado de un proceso, saber o estar consciente a través de distintos medios, cuáles son los cambios que ha tenido un proceso o sistema. En un sistema solo se indica la visualización de los cambios en una instrumentación más no la intervención manual o automatizada.

Un monitoreo puede hacerse a través de muchos medios ya sea de forma remota o local o de manera manual por el personal humano o medios físicos.

1.4.6 Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar variaciones de un entorno y reacciona ante dichas variaciones con una salida determinada. Puede convertir un fenómeno físico en señales eléctricas o de corriente, la respuesta dependerá de cómo sean las variaciones que este detectando o midiendo el sensor.

El sensor generará una salida por dichos cambios, esta salida podrá ser recibida por cualquier controlador con su debido acondicionamiento de ser el caso para poder ser analizada y tener una toma de decisiones que dependerá del controlador mencionado y su programación [5].

características detalladas a continuación:

Exactitud: que tan cercano es el valor real al valor medido

Resolución: Menor cambio que tiene la entrada de un sensor que se aprecia en la salida

Precisión: número de veces que se obtiene el mismo valor o el más cercano

Error: Diferencia entre valor medido y valor real

Rango: Diferencia entre el mayor valor y menor valor a medir

Rapidez: capacidad de medición del sensor al haber variaciones en su entrada [6].

1.4.6.1 Sensores temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivos eléctricos o electrónicos, pueden medir el cambio de temperatura. Esto se traduce con la conversión a una señal eléctrica.



Figura 1-2 Sensores de temperatura. termopar, termistores y RTD [7] .

- **Termistor:** Son sensores que tiene una resistencia interna la cual varía según la temperatura a la que este expuesto el sensor.
 - **Termistores PTC**
A mayor temperatura, mayor resistencia, la relación de temperatura es directamente proporcional a la resistencia del sensor
 - **Termistores NTC**
A mayor temperatura, menor resistencia, la relación de temperatura es inversamente proporcional a la resistencia del sensor

1.4.6.2 Sensor humedad

Son dispositivos analógicos o digitales que puede medir el porcentaje de agua, humedad relativa de un sitio determinado. El sensor genera una señal eléctrica en forma de voltaje o corriente que será enviada a un acondicionamiento y posterior a un controlador, en la figura 1-3 se visualiza un ejemplo de ciertos tipos de sensores de humedad.

Tipos de sensores de humedad:

- **Sensor mecánico:** detecta un cambio de dimensionamiento de ciertos materiales cuando están en contacto con la humedad.
- **Sensor de conductividad:** por medio del agua que es conductora de la electricidad, la corriente circula por unos filamentos y así se puede determinar el valor humedad.
- **Sensor capacitivo:** pueden determinar la humedad de un sitio o lugar con el cambio de capacitancia de un condensador anclado al sensor.
- **Sensor resistivo:** el valor de la humedad varía según como varíe la conductividad del suelo que esté en contacto con el sensor. [8]



Figura 1-3. sensor de humedad

1.4.7 Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito o dispositivo programable, capaz de realizar tareas y funciones específicas, a través de órdenes pregrabadas usando un lenguaje de programación. Tiene unidades de memoria como RAM Y ROM, entradas y salidas, las cuales están embebidas dentro de un encapsulado.

Bloques funcionales de un microcontrolador:

- CPU (Unidad central de proceso)
- Memoria ROM (Memoria de lectura)
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio)
- Entradas y salida (Periféricos) [9].

1.4.8 Comunicación por radiofrecuencia.

Es una forma de transmisión inalámbrica, se basa en la transmisión de ondas de dispositivo a dispositivo, es una tecnología que permite manejar hardware a una distancia determinada que dependerá de las características de los módulos de radiofrecuencia, para ello se usan ciertos algoritmos que pueden cuantificar las diferencias de tiempos de transmisión de un emisor hacia varios receptores. La comunicación por radiofrecuencia es basada en la transmisión de datos a distancia de un emisor a un receptor usando dispositivos como antenas de transmisión La comunicación puede darse con frecuencias que van de 300 GHz hasta 3 KHz, todo esto se puede definir como una tasa de oscilación del espectro [10] .

1.4.9 Comunicación serial

Es un estándar de comunicación entre 2 dispositivos. Es un proceso de envío de datos que usa un solo canal de comunicación también llamado bus para transmitir bit a bit de un byte completo. La comunicación serial es asíncrona y sincrónica se usa para aplicaciones de adquisición de datos, control, depuración y transmisión de datos entre microcontroladores. Permite enviar datos por una cierta línea mientras que se reciben datos por otra.

Es necesario tener en cuenta ciertas características para la comunicación de forma serial entre dispositivos, detallados a continuación:

- Velocidad de transmisión
- Numero de Bit de datos
- Numero de Bit de parada
- Polaridad [11].

Modos de comunicación en el puerto serial

- Full dúplex. Transmisión y recepción de datos simultáneamente
- Half-duplex. Transmite o recibe uno a la vez
- Simplex. Solo transmite datos binarios [12].

1.4.10 Que es RS-485

Es un estándar TIA/EIA-485(RS-485) es una interfaz de comunicación que transmite la información usando líneas, llamadas pares diferenciales los cuales son capaces de comunicar hasta 32 dispositivos o sensores. También se puede hacer referencia a un bus el cual conecta máximo hasta 32 dispositivos, pudiendo adjuntar más dispositivos que requerirían ciertos ajustes adicionales.

Es una forma de transmisión de datos usado para aplicaciones y control de datos permite conectar varios nodos entre si debido a que pueden incluir varios dispositivos en el mismo bus o canal como se observa en la figura 1-4 [13].

Tipos de comunicación RS-485

- **Simplex:** Hay un solo transmisor y puede haber varios receptores. Interactúa con actuadores o dispositivos que no emitan respuestas.
- **Half- Dúplex:** Todos los dispositivos pueden transmitir y recibir, pero no de forma simultánea
- **Full-Dúplex:** Todos los dispositivos pueden comunicarse de forma simultánea, gracias a la aplicación de dos pares trenzados en su cableado. Todo dispositivo debe esperar la indicación proveniente de un maestro para evitar colisión de datos.

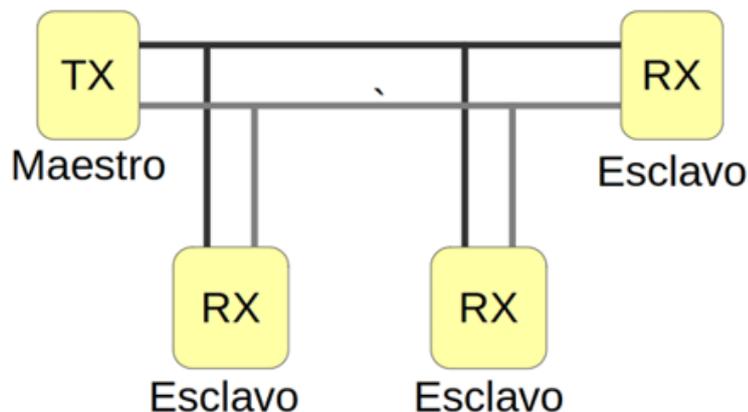


Figura 1-4. Transmisión de datos serial [14] .

Características comunicación RS-485

Sistema de interconexión multipunto (32 dispositivos)

Velocidad de 10Mbps (a 6 metros)

Tabla 1.Especificaciones RS-485

Especificación eléctrica	Especificación mecánica
Transmisión diferencial	Conductor STO Tipo B.
Terminación de bus 120 Ohm	Conexión en bornes o DB9
-1.5 V + 1.5 V	Longitud de cable 1200 m. [15]

1.4.11 Tecnología IoT

IoT (Internet Of Things-Internet de las cosas) es un método que consiste en el Inter conexionado y agrupamiento de dispositivos a lo largo de una red de internet. Todos estos dispositivos podrían ser muchos como actuadores, sensores. La mayoría de las cosas ya se pueden conectar a la red de internet y posibilitan generar una comunicación máquina-maquina, humano maquina y viceversa, incluso podría no disponer de la interacción humana.

Sus medios de conexión pueden ser por radiofrecuencia, por medio de wifi o cableado. se escogerá uno de los mencionados según las prestaciones o necesidad de lo que se requiera o del ámbito y lugar. Pese a que hay varios métodos de comunicación como el de las redes móviles e inalámbricas (cableadas e inalámbricos). esta tecnología tiene demanda debido a que hay millones de dispositivos que pueden conectarse al internet se prevé el número de dispositivos IoT pasara de 13 mil millones en 2022 a más de 29 mil millones en 2030 en el mundo [16] .

1.4.12 Dashboard

Es un panel de control que se representa de forma gráfica que permite ver todos los datos o métricas ya sea de un negocio o de una aplicación con variables de entrada y salidas. Las muestras pueden ser representadas de forma visual mediante gráficos, bloques o indicadores para poder posteriormente tomar decisiones sobre ello.

Los Dashboard pueden ser usados para monitorear información y tomar una decisión en base a lo que se le ha preestablecido dentro del conexionado de bloques o necesidades de la aplicación realizada, se lo puede usar a nivel tecnológico para diseñar, implementar planear y dirigir aplicaciones en tiempo real.

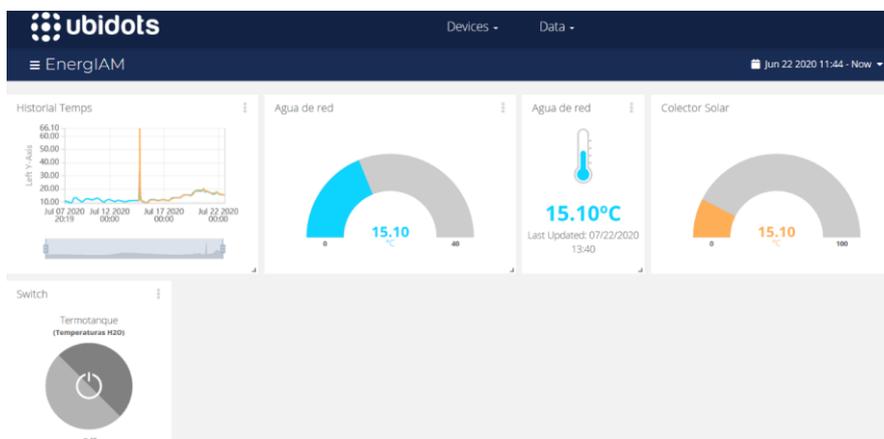


Figura 1-5 Dashboard [17]

1.4.13 sistema de monitoreo de tableros eléctricos

Existen métodos para poder monitorear, con el auge de la tecnología IoT, que ha permitido poder tener la ventaja de visualizar variables sin necesidad de estar presentes o cerca del lugar a monitorear. Una de las empresas que realiza este método es la empresa Siemens la cual tiene ciertos módulos con tecnología IoT que pueden monitorear en tiempo real la variable de temperatura para poder tener cierta seguridad con la visualización de datos en la nube de fácil acceso y configurable por el usuario para sus aplicaciones específicas, todo esto usado en industrias o lugares en donde se tengan

tableros eléctricos de media y alta tensión. Esta puede ser una forma de monitoreo de variables de proceso fácil de instalar. los sensores usados por la empresa mencionados son los sensores SEM3T que pueden medir adecuadamente la temperatura también pueden medir conexiones eléctricas sobrecargadas [18].

1.4.14 Sistemas SCADA de monitoreo.

Un sistema SCADA es un sistema que permite monitorear, controlar y gestionar alarmas en tiempo real, puede procesar los datos y tomar decisiones, puede tener el control y supervisión de un sistema a distancia con objetivo de corregir errores posibles como también para hacer un proceso más eficiente con ayuda de un sistema que pueda dar informes de todos los datos analizados.

Un sistema SCADA tiene un software y un hardware. dentro de lo que es hardware tenemos sensores, controladores, equipo de instrumentación y demás, también un computador desde donde se podrá monitorear un sistema y observar cómo opera el sistema automatizado ya que este es uno de los objetivos de un sistema SCADA, hacer un proceso automatizado y seguro [19].

1.4.15 Sistema solar fotovoltaico

Integración de un conjunto de equipos que aprovechan la radiación solar para la producción de energía eléctrica en condición de ser aprovechada por el hombre. Los equipos que conforman este sistema son principalmente paneles fotovoltaicos, controladores de carga, baterías e inversores.

1.4.16 Sistemas fotovoltaico Off-Grid (aislado de la red eléctrica)

Un sistema fotovoltaico Off-Grid son sistemas independientes de la RED eléctrica, cuentan en principalmente de paneles fotovoltaicos, baterías y demás equipamiento necesario para su instalación [20].



Figura 1-6. Sistema aislado de la RED [21]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En esta sección hablaremos de cómo se hizo el proceso del sistema de monitoreo en la figura 2-1 se muestra el diagrama de bloques del sistema:

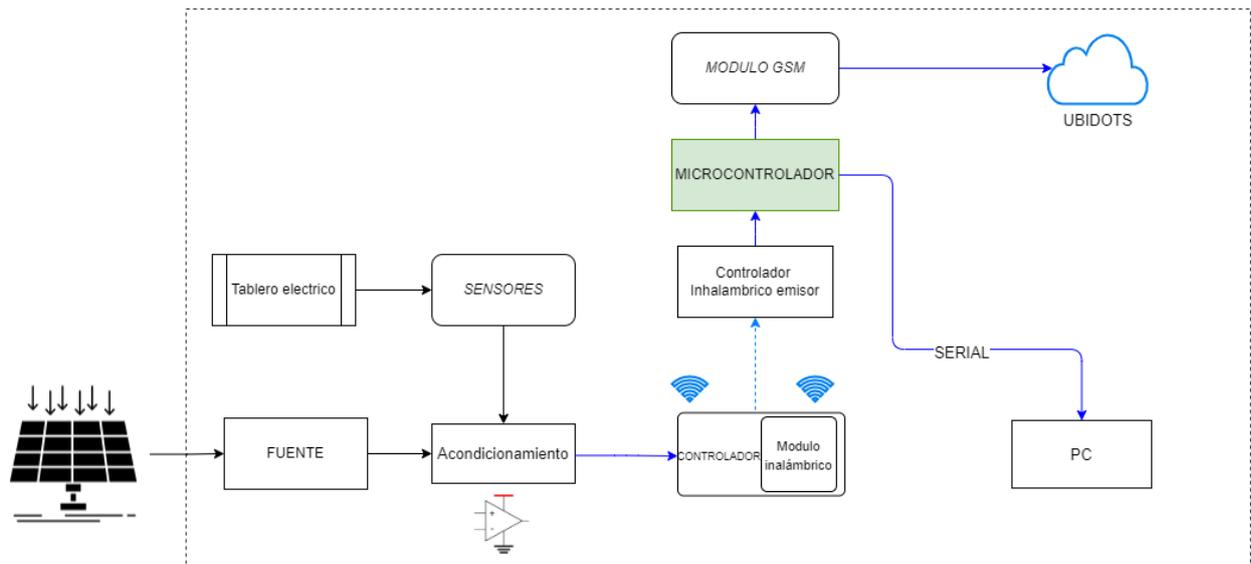


Figura 2-1. Diagrama de bloques sistema. Fuente: El autor

2.1 Empresa beneficiada: Operador Logístico

La empresa a la que se proporcionaría la propuesta se dedica a actividades de instalaciones de almacenamiento y depósito para todo tipo de productos, almacenes de mercancías, cámaras frigoríficas, tanques de almacenamiento.

Es una empresa que desempeña la labor de operador logístico encargada de realizar tareas de distribución de distintas mercaderías tales como alimentos, fármacos y demás, para solucionar la demanda de transporte de otras empresas que requieren hacer el traslado de sus productos hacia sus distintos clientes dentro de la ciudad, La empresa está ubicada en el Cantón Daule, Guayas, Ecuador.

Es una empresa internacional con sede principal en Perú, desde ahí se ha expandido y hasta el momento se encuentra con sede en 6 países muchos ellos en Latinoamérica, su visión es expandirse y crear más plazas y sedes que brinden servicios logísticos.

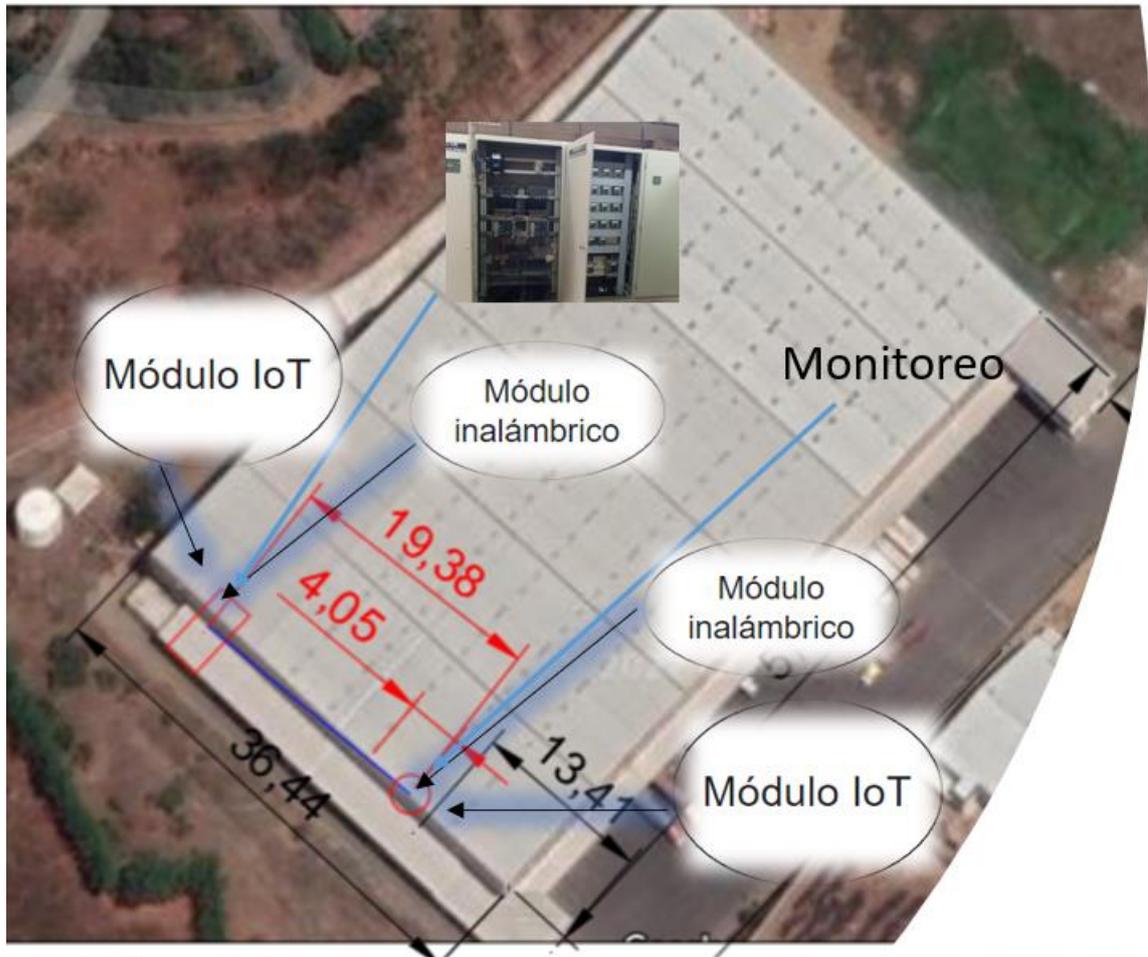


Figura 2-1. Propuesta de posible ubicación de los equipos en la empresa

En la figura 2-1 vemos la ubicación propuesta, la ubicación se puede dividir en 2 secciones, la primera sería la etapa de recepción en donde se usan los sensores que reciben las señales externas del ambiente y se pueden comunicar con los microcontroladores por medio de convertidores de señales o protocolos explicados en el capítulo anterior.

2.2 Requerimientos del cliente

Los requerimientos son, tener un monitoreo de la temperatura y humedad de los tableros para prevenir o anticipar algún incremento de temperatura que puede desencadenar algún daño eléctrico y con esto dar un plus al mantenimiento preventivo.

Requerimientos:

- Prevención
- Seguridad
- Tecnología
- Fiabilidad

2.3 Selección de la capa física de comunicación serial a usar

Tabla 2 Comparación de 2 tipos de comunicaciones seriales

Capa física	RS232	RS485
Tipo de protocolo	Dúplex	Semidúplex
Tipo de señal	Desbalanceado	Balanceado
Número de dispositivos	1 transmisor y 1 receptor	Hasta 32 transmisores y 43 receptores
Transmisión máxima de datos	19,2 kbps a 15 metros	10 Mbps a 15 metros
Longitud máxima del cable	Aproximadamente 15,25 metros a 19,2 Kbps	Aproximadamente 1200 metros a 100 Kbps
Corriente de salida	500mA	250mA
Voltaje mínimo de entrada	+/- 3V	0,2V diferencial

[22]

2.3.1 Diferencias entre RS-232 Y RS-485:

- Distancia
- Nivel de voltaje
- Número de contactos usados
- Funcionamiento

2.4 Módulo Conversor de RS485-SERIAL

Este módulo es un conversor RS485 a serial, nos permite poder usar los sensores industriales RS485 que usan el protocolo Modbus RTU. Facilita la comunicación entre microcontroladores con esclavos a distancias de hasta 1Km utilizando una capa física RS485, permite una comunicación half-duplex es decir se puede

transmitir o recibir, pero no las 2 cosas de manera simultánea en la figura 2-2 se muestra el módulo conversor RS485-TTL.

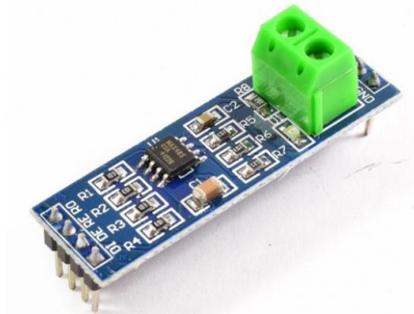


Figura 2-2. Conversor RS485-TTL

Tabla 3. Tabla de características del módulo RS485-TTL

Tabla de características técnicas del módulo RS485-TTL	
Voltaje de alimentación: 5V	5V DC
Corriente de operación:	500 uA (máx.)
Chip conversor: MAX485	MAX485
Interfaz:	Interfaz microcontrolador Serial UART TTL
Tipo de comunicación:	: Half-Duplex

Pines:

2.5 Tabla de pines del módulo conversor RS485-TTL

Tabla 4. Pines del módulo conversor RS485-TTL

Pines	Detalle
DO/RX	Recepción
RE/DIR	Direccionamiento(1=transmite)
DE/DIR	Direccionamiento(0=recibir)
DI/TX	Transmisión

2.6 Teoría de envío y recepción del protocolo Modbus RTU

con el sensor XY-MD02.

Para usar el protocolo Modbus debemos tener ciertos detalles en cuenta, primero cada esclavo que va conectado al módulo maestro debe recibir una trama de datos visualizada en la figura 2-3, un dato a tener en cuenta es que los sensores propuestos son industriales por ello ya tiene un acondicionamiento y un circuito electrónico interno el cual podrá recibir una trama de datos, esta trama de datos es la que activará a tal sensor para que envíe datos en el momento que el controlador master lo requiera. Cabe recalcar que si el controlador no envía datos para pedir la información al sensor este no se comunicara, es necesario el envío de datos desde el microcontrolador para posteriormente recibir la trama del sensor, en este caso dichos datos son: Temperatura y humedad.

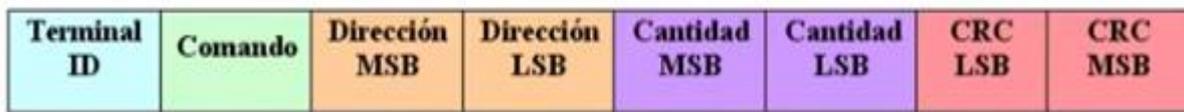


Figura 2-3. Forma de petición de datos para los esclavos Modbus RTU [23]

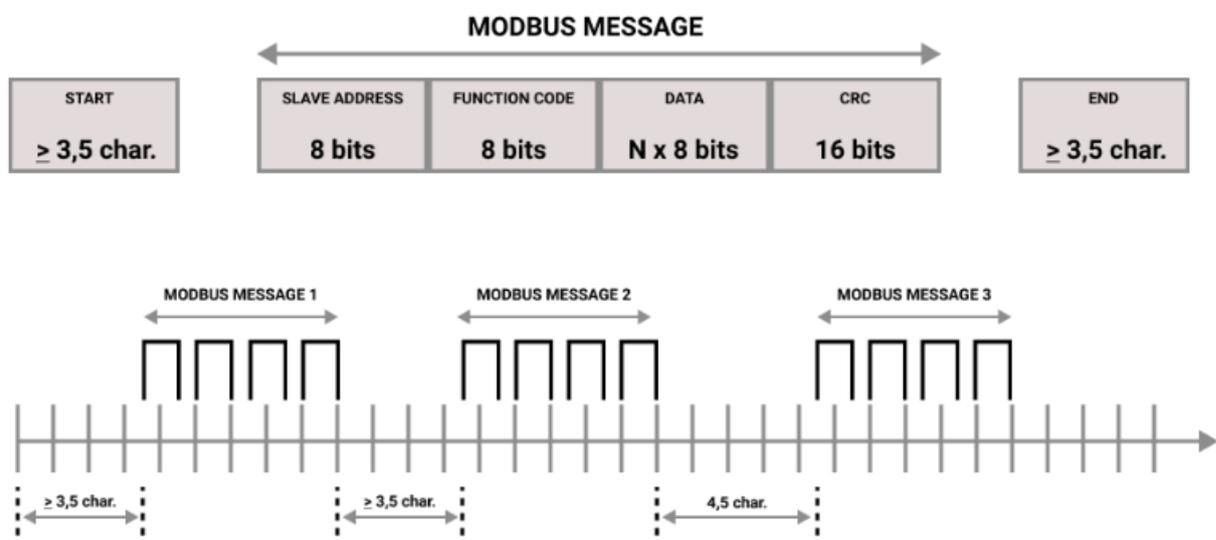


Figura 2-4. Trama Modbus RTU [24].

2.7 Selección de sensores para el sistema de monitoreo inteligente

A continuación, se procederá a enunciar y describir cada uno de los sensores que se encargarán de recibir las lecturas correspondientes de temperatura, humedad y acceso De cada uno de los tableros eléctricos de los cuales se desea mantener el monitoreo.

2.7.1 Sensor de temperatura y humedad

El Sensor RS-485 SHT20, codito XY-MD02, Es un sensor de humedad y temperatura de tipo industrial compatible con el estándar RS-485, es un sensor de alta fiabilidad, alta precisión, cuenta con un diseño de protección contra rayos y es compatible con el protocolo MODBUS RTU.

Tiene comunicación UART e integra protocolo MODBUS. Soporta una comunicación de 1000 metros.

cuenta con un Rieles de montaje estándar DIN35. Es de bajo consumo y de dimensiones ideales para espacios reducidos, el usuario puede decidir el protocolo de comunicación, además puede conectarse por vía serial a un controlador por medio de un convertidor RS485 a serial, tiene una señal de salida RS-485. Las características se mencionan a continuación en la tabla 5.

Pines:

- A Datos (DATA)
- B Datos (DATA)
- + Alimentación: +5V (VCC)
- Tierra (GND)

En la figura 2-5 se visualiza el sensor RS485



Figura 2-5. Sensor RS-485-XY- MD02

En la figura 2-5, se visualiza el prototipo del sensor RS485, tiene 4 terminales las cuales son 2 de alimentación y 2 para el envío y recepción de datos de temperatura como humedad.

Tabla 5. Características sensor RS-485. XY-MD02

CARACTERISTICAS	
Precio	\$ 10
Dimensiones	2.559 x 1.811 x 1.122 in.
Voltaje de funcionamiento:	CC 5 V ~ 30 V.
Potencia	<0,2W
Señal de salida:	RS485.
Protocolo de comunicación	Modbus RTU y protocolo ordinario.
Dirección de comunicación:	1~247(por defecto 1)
Rango de temperatura: -.	-40 ~ 60.0 °C
Precisión de temperatura	: +/-0,5.
Precisión de humedad:	+/-3% RH
Resolución de humedad:	0,1% RH
Temperatura de trabajo:	-40 °C ~85 °C
Humedad de trabajo:	0 % ~ 95 % RH.
Tamaño:	65*46*28,5mm

2.7.2 Sensor de temperatura DHT11

Este sensor es un sensor digital de temperatura y humedad, dispone de 3 pines de alimentación los cuales son 5v, GND y salida de datos.

Pines:

- 1- Alimentación: +5V (VCC)
- 2- Datos (DATA)
- 3- No Usado (NC)
- 4- Tierra (GND)

En la figura 2-6 se visualiza el sensor DHT11

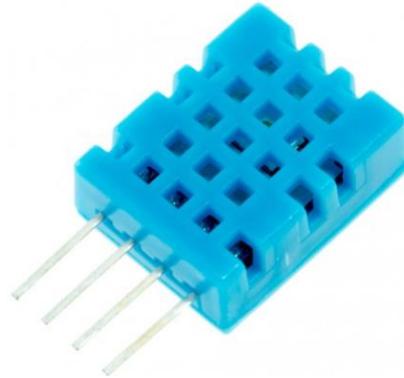


Figura 2-6. Sensor DHT11 [25]

CARACTERISTICAS	
Voltaje de Operación:	3V - 5V DC
Rango de medición de temperatura:	0 a 50 °C
Precisión de medición de temperatura:	Precisión de medición de temperatura: ± 2.0 °C
Resolución Temperatura:	0.1°C
Rango de medición de humedad:	20% a 90% RH.
Precisión de medición de humedad:	5% RH.
Resolución Humedad:	1% RH
Tiempo de sensado:	1 seg.
Interfaz digital:	Single-bus (bidireccional)
Modelo:	DHT11
Dimensiones:	16x12x5 mm
Peso:	1 gr.

Carcasa de plástico celeste	
Precio:	5\$

2.7.3 Sensor magnético para detección de apertura de puerta

Este sensor es encargado de detectar el estado de la puerta, cuando la puerta es abierta por algún operario, el sensor envía un valor de voltaje equivalente a 5v a una entrada del microcontrolador escogido y cuando vuelve a su estado inicial mantiene el pin del microcontrolador en un estado equivalente a 0v. Es decir, un valor de 0 significa que la puerta está cerrada y un valor de 1 significa que la puerta se mantiene abierta y esto se reflejaría en el Dashboard IoT. La figura 2-7 muestra el sensor magnético para puerta.



Figura 2-7.Sensor magnético [26]

En la figura 2-7 se observa el sensor magnético propuesta para el diseño, el cual se conectará en serie con los n sensores que se requiera para enviar la señal de 5v o señal lógica a un microcontrolador o chip que hará el debido procesamiento para iluminar una alerta o enviar una notificación a la plataforma IoT.

2.7.4 Circuito equivalente del sensor magnético en conexión con el microcontrolador

En la figura 2-8 observamos el diagrama equivalente que se utilizó para la conexión del sensor magnético hacia el microcontrolador. Aquí la función que tiene el sensor es hacer él envió del valor lógico al microcontrolador con ayuda del contacto magnético que tiene 2 estados, en uno abre el circuito y en el otro permite el paso de la corriente y envío del valor que recibe la entrada del controlador para procesarlo a nivel software y tomar decisiones, en este caso alertar de la posible apertura de puertas y posterior verificación.

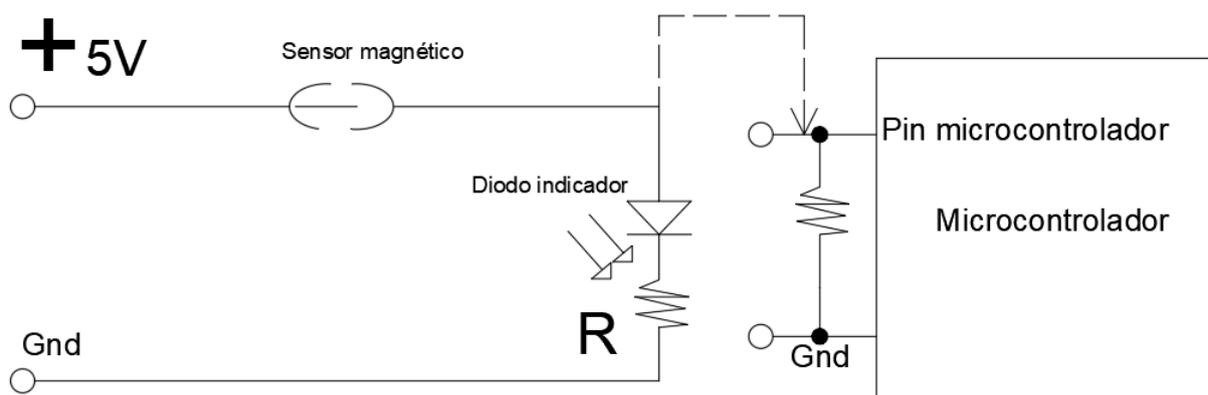


Figura 2-8. Sensor magnético de apertura de puertas [27]. Fuente: El autor

En la figura 2-8 vemos la representación y conexión hacia el chip controlador, es necesario aclarar que el texto en la figura 2-8 donde menciona la palabra "Sensor magnético" representa a el número de sensores en serie que se requiera conectar. Además, se debe conectar una resistencia en la entrada del chip para que siempre tenga una señal o baja(0v) o alta(5V). Todo esto a manera de diseño sin embargo en un diseño más robusto se puede implementar un circuito antirrebote externo, aunque esto se puede hacer también a nivel software por lo que seguiría siendo un sistema robusto.

2.8 Propuesta de los controladores

A continuación, se procederá a seleccionar los distintos dispositivos que realizará las tareas de monitoreo y subida de datos a la nube, con la ayuda de la información dada por parte de los sensores seriales y digitales por medio de su lectura o activación.

2.8.1 Módulo ESP32

Es una tarjeta de desarrollo para el desarrollo de aplicaciones IoT, y para aplicaciones de conectividad basados en conexión a wifi y Bluetooth, tiene buenos ADCs y tiene doble núcleo. Se lo usará como receptor de los datos de los sensores para posteriormente enviarlos a una plataforma IoT.

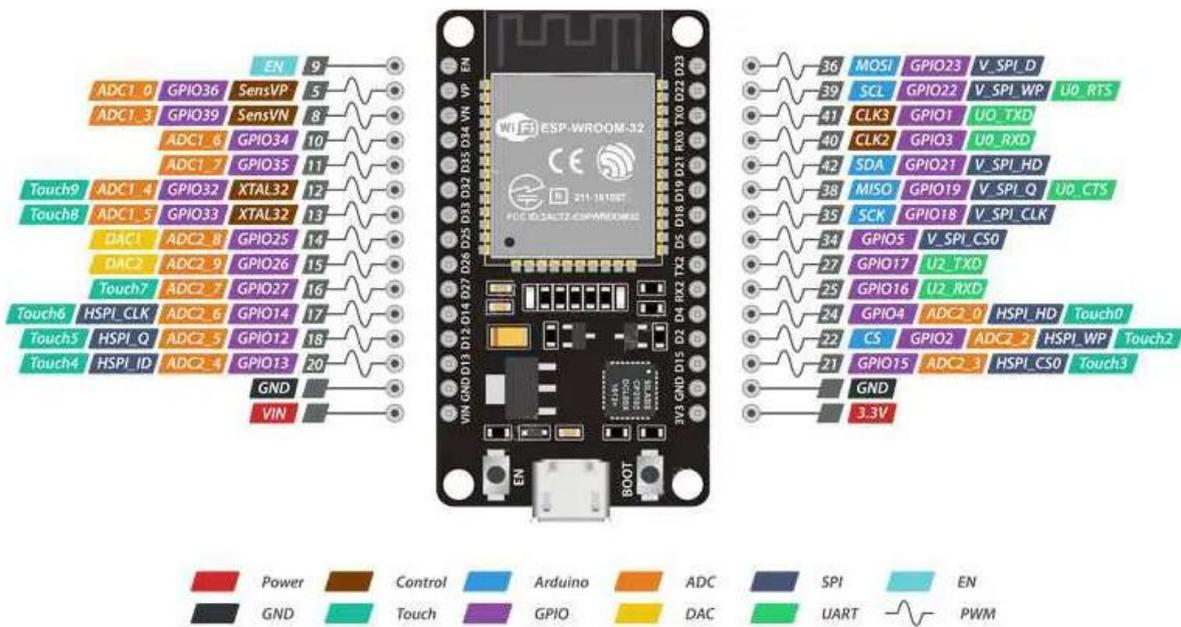


Figura 2-9. Módulo Esp32 [28]

En la figura 2-9 se detalla las entradas y salidas del módulo Esp32 el cual se observa tiene pines tanto de control, tiene buenos ADCs y doble núcleo. También dispone de conexión WIFI y bluetooth a continuación se detallan las características del mismo en la tabla 8.

Tabla 6. Características modulo ESP32

CARACTERISTICAS	
Voltaje de Alimentación (USB):	5V DC
Voltaje de Entradas/Salidas:	3.3V DC
Placa:	ESP32 DEVKIT V1 (Espressif)
SoM: ESP-WROOM-32 (Espressif)	ESP-WROOM-32 (Espressif)
SoC: ESP32 (ESP32-D0WDQ6)	ESP32 (ESP32-D0WDQ6)
CPU:	Dual-Core Tensilica Xtensa LX6 (32 bit)
Frecuencia de Reloj:	hasta 240Mhz
Desempeño:	Hasta 600 DMIPS
Procesador secundario	Permite hacer operaciones básicas en modo de ultra bajo consumo
Wifi:	802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s)
Bluetooth:	v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
Memoria: 448 KByte ROM 520 KByte SRAM 520 KByte SRAM 16 KByte SRAM in RTC 16 KByte SRAM in RTC QSPI Flash/SRAM, 4 MBytes QSPI Flash/SRAM, 4 MBytes	
Pines:	Pines: 30
Pines Digitales GPIO:	Pines Digitales GPIO: 24 (Algunos pines solo como entrada)
Pines PWM:	Pines PWM: 16
Pines Analógicos ADC:	18 (3.3V, 12bit: 4095, tipo SAR, ganancia programable)
Convertor Digital a Analógico DAC:	2 (8bit)
UART:	2
Chip USB-Serial:	CP2102
Antena en PCB	Antena en PCB
Seguridad:	Estándares IEEE 802.11 incluyendo WFA, WPA/WPA2 and WAPI
1024-bit OTP, up to 768-bit for customers	1024-bit OTP, up to 768-bit for customers
Aceleración criptográfica por hardware:	AES, HASH (SHA-2), RSA, ECC, RNG
Dimensiones: 55*28 mm	Dimensiones: 55*28 mm
Peso:	9g

2.8.2 Modelo Inalámbrico RF

Estos módulos son los encargados de enviar vía inalámbrica de un punto al otro la información de la trama de temperatura, humedad y apertura de puerta , es decir desde el punto de recepción de las variables de proceso(Temperatura, humedad, apertura de puerta) el módulo RX de radiofrecuencia se conectará al microcontrolador receptor de los datos provenientes de los sensores RS-485(XY-MD02) y el módulo TX de radiofrecuencia se conectará al módulo ESP32 encargado de enviar todos los datos ya organizados y separados por medio de programación hacia la nube IoT.

Se escogió este tipo de módulo por su consumo mínimo de corriente y pese a ello con transmisión de datos a distancias considerables, y otro factor por el cual se lo escogió fue el precio ya que su valor en el mercado es bastante accesible y fácil de encontrarlo. La figura 2-10 muestra los módulos de radiofrecuencia y las tablas 4 y 5 muestran sus detalles y características [29].



Figura 2-10. Módulos RF: TX Y RX [30].

En la figura 2-10 vemos los 2 módulos de Radio frecuencia los cuales sirvieron para hacer el envío de datos de manera remota, Cabe recalcar que los módulos tienen un alcance mínimo y máximo detallado en la tabla 6. Con lo que respecta a la antena para su alcance de transmisión si se alimenta a 5V, tendrá un alcance promedio de 2 metros mientras que si se usa una fuente de 12 V y se implementa una antena de aproximadamente 12 cm su alcance podría tener una distancia promedio máximo de 200 metros también detallada en la tabla 6.

Tabla 7. Características del Módulo RF de transmisión

Modulo TX	
CARACTERISTICAS	
Voltaje de Operación:	3.5V~12V
Entrada de datos:	TTL
Corriente de trabajo:	Máximo $\leq 40\text{mA}$ (12V), mínimo $\leq 9\text{mA}$ (3.5V);
Alcance:	20 metros~200 metros (a mayor voltaje, mayor potencia de transmisión)
Potencia de transmisión:	10 mW (5V);
Frecuencia de transmisión:	433MHz
Tasa de transferencia de datos:	4KB/seg
Baud Rate recomendado:	2400
Modulación:	ASK/OOK
Antena (no incluida):	Alambre de cobre de 25cm (recomendado)
Pines de salida:	DATA(TX)/VCC/GND
Voltaje de Operación:	Voltaje de Operación: 3.5V~12V

Tabla 8. Características Modulo RF de recepción

Modulo RX	
CARACTERISTICAS	
Voltaje de Operación:	5V DC
Consumo de corriente:	4mA
Sensibilidad del receptor:	-105dB
Frecuencia de recepción:	433MHz
Modulación:	ASK/OOK
Principio de funcionamiento:	Receptor Superregenerativo
Antena (no incluida):	Alambre de cobre de 25cm~32cm (recomendado en forma de espiral)
Pines:	GND/DATA(RX)/VCC
Voltaje de Operación:	5V DC
Consumo de corriente:	Consumo de corriente: 4mA
Sensibilidad del receptor:	-105dB
Frecuencia de recepción:	433MHz

2.8.3 Selección del Microcontrolador

Tabla 9. Tabla comparativa de algunos microcontroladores de Microchip

	PIC 18F27Q10	PIC 18F57Q43
Características	25	25
Precio	4x1x0.5 cm	4x1x0.5 cm
Dimensiones	64MHz	64MHz
Velocidad	128 KB	128 KB
Memoria FLASH(Kb)	1.024	1.024
Memoria EPROM(Kb)	5V	5V
Nivel de voltaje	48	48
Numero de pines	8	8
Numero de pines analógicos	SI	SI
Conectividad USB	25	25
UART	2	4

En la tabla 9, vemos una comparativa entre 2 microcontroladores y sus características, las características son similares, lo que varía es el número de UARTs disponibles.

2.8.4 PIC 18F27Q10 Curiosity nano

Este será el microcontrolador encargado de recibir los datos de los sensores (Temperatura, humedad, acceso), para luego procesar esa trama y poder tomar decisiones según la programación previamente puesta en lenguaje C. Posteriormente esta información será enviada a una nube IoT para poder hacer el monitoreo y supervisión de los datos y poder tomar acciones de seguridad, como enviar por medio de un GATE un mensaje de alerta a un número telefónico

Este microcontrolador tiene una arquitectura RISC (ejecución de número reducido de instrucciones para operar a velocidad más elevada) para el compilador de C. su velocidad de funcionamiento es de 64MHz en todo el rango V_{DD} con un ciclo de instrucción mínimo de 62,5ms, en la figura 2-11 se visualiza uno de los microcontroladores propuestos para él diseño.

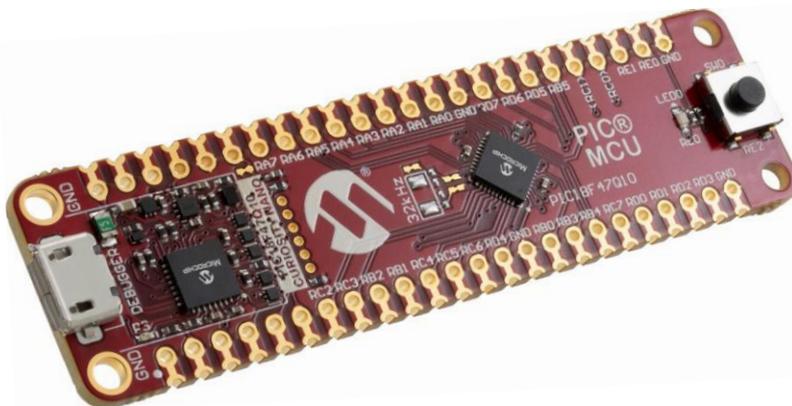


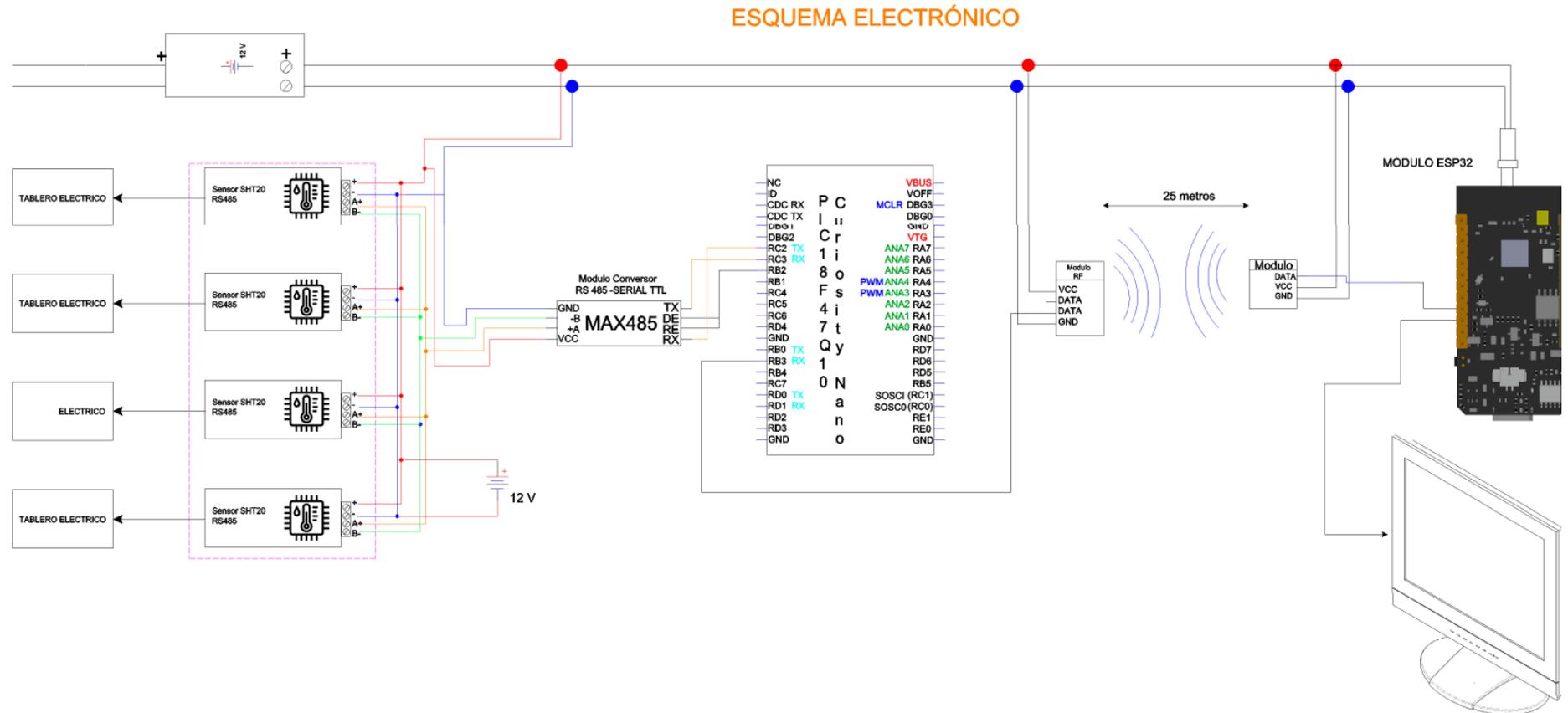
Figura 2-11. Microcontrolador: PIC18F47Q10

En la figura 2-11, se observa uno de los controladores propuestos el cual esta embebido en una placa de entrenamiento, para un circuito en planta y más profesional se debe hacer el diseño electrónico en un software profesional de circuitos impresos y con el uso de normas IPC2221 para el correcto diseño de los mismos [31].

Tabla 10. Tabla características microcontrolador PIC 18F27Q10

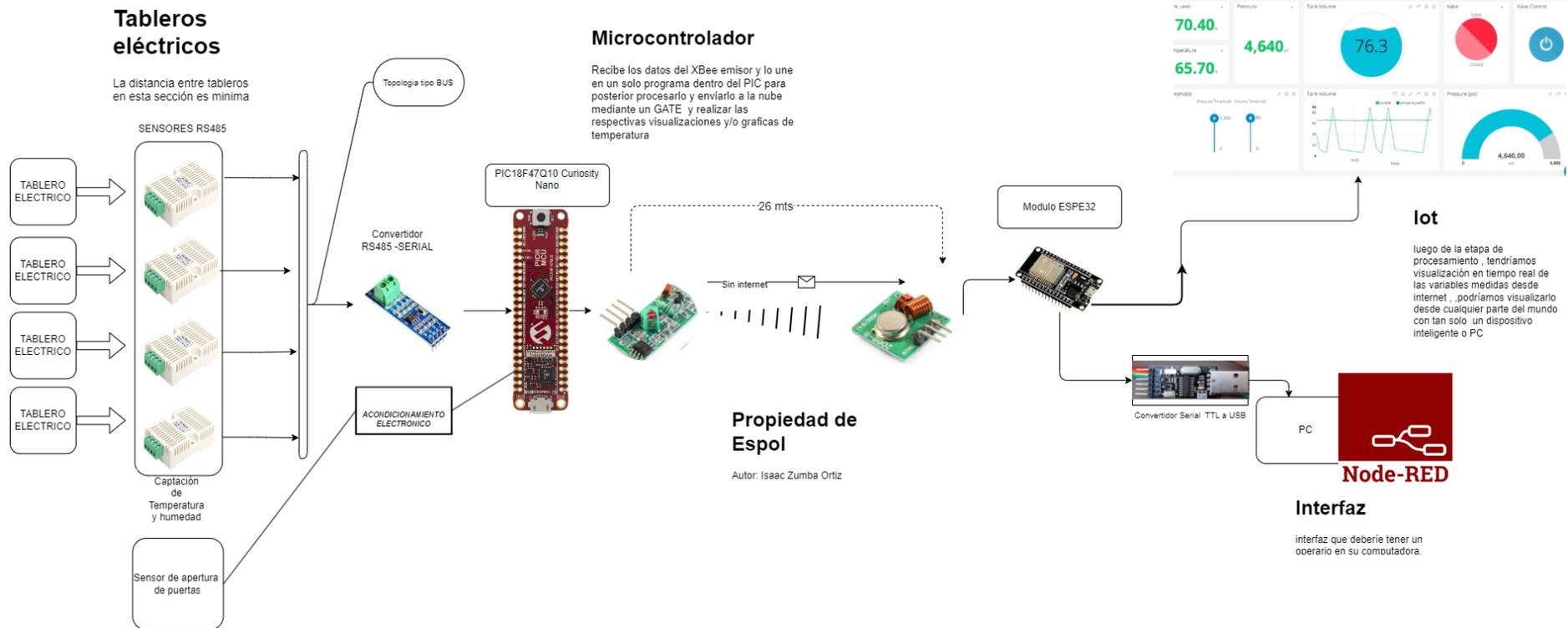
Características	Detalles
Precio	25
Dimensiones	4x1x0.5 cm
Velocidad	64MHz
Memoria FLASH(Kb)	128 KB
Memoria EPROM(Kb)	1.024
Nivel de voltaje	5V
Máxima corriente de salida	500mA
Numero de pines	48
Numero de pines analógicos	8
Conectividad USB	SI

2.9 Propuesta de Diagrama de conexiones eléctricas (Pines de conexión)



Plano 1. Diagrama de conexiones eléctricas

2.10 Diagrama de sistema de monitoreo IoT de



Plano 2. Diagrama de sistema de monitoreo IoT.

2.11 Diagrama 2 de funcionamiento

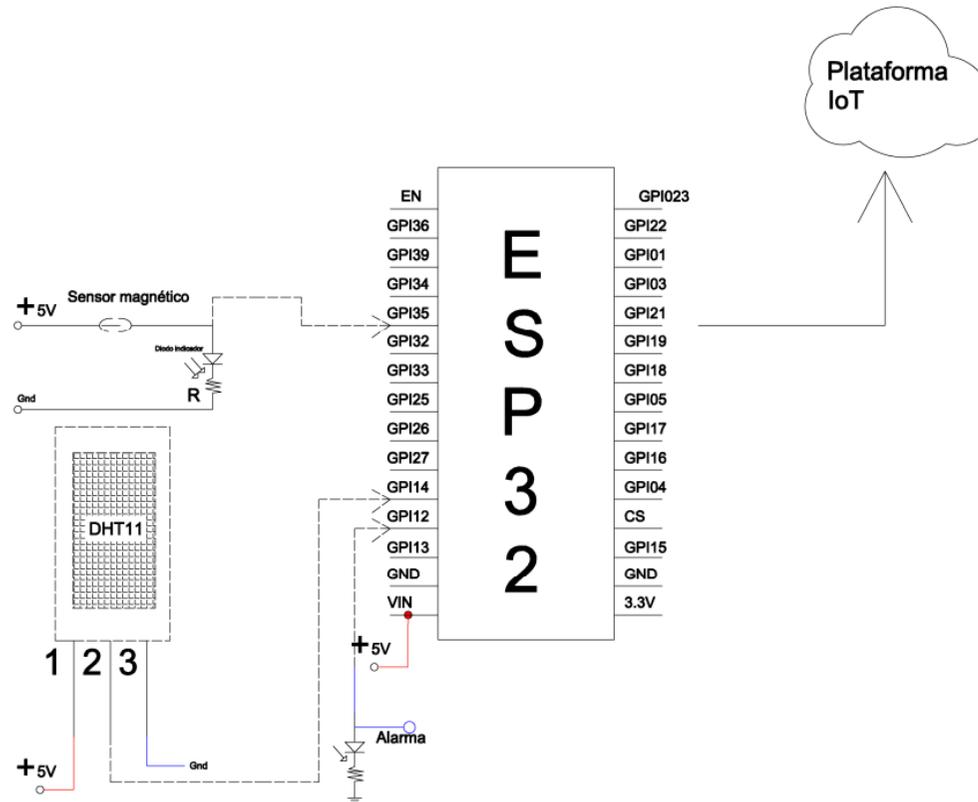


Figura 2-12. Diagrama de funcionamiento con sensor de temperatura DHT11

Se observa en la figura 2-12, la conexión del sensor usado en las pruebas de envío de datos en conjunto con el sensor de puerta que simula la apertura de puertas y que envía la señal al microcontrolador.

2.12 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA COMPLETO

DINAMICA:

EL MICROCONTROLADOR RECEPTA LAS SEÑALES ENVIADAS POR LOS SENSORES .ENVIA LOS DATOS POR VIA INHALAMBRICA HACIA OTRO MICROCONTROLADOR PARA POSTERIORMENTE TOMAR DECISIONES Y ENVIARLAS A LA NUBE

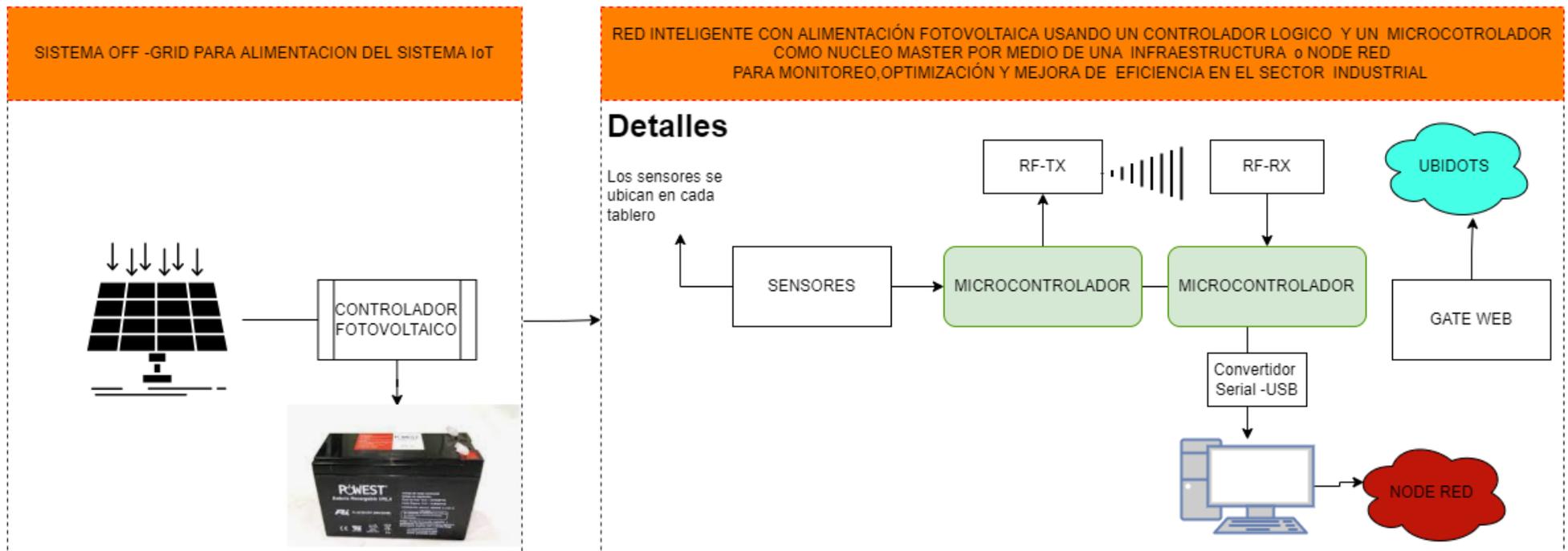


Figura 2-13. Diagrama de bloques del sistema completo

2.13 Tablas de entradas y salidas del microcontrolador PIC18F47Q10

Tabla 11.tabla de entradas y salidas del Microcontrolador PIC18F47Q10

Tabla de entradas y salidas del Microcontrolador PIC18F47Q10					
Pines del microcontrolador	E/S	Nombre del componente externo	Pin del componente externo	E/S	
CDC RX1	Entrada	Modulo RS485-TTL	TX	Salida	
CDC TX1	Entrada	Modulo RS485-TTL	RX	Salida	
RB2	Entrada	Modulo RS485-TTL	DE/RE	Salida	
RC2-TX	Salida	Modulo RF (emisor)	DATA	Entrada	

Tabla 12.Tabla de entradas y salidas Esp32

Tabla de entradas y salidas del módulo Esp32					
Pines del microcontrolador	E/S	Nombre del componente externo	Pin del componente externo	E/S	
RX	Entrada	Modulo inalámbrico	TX	--	
GPIO12	Entrada	Prueba de temperatura	TX	--	
GPIO14	Salida	Led de alarma	RX	--	

2.14 Estimación de consumo de los componentes

Tabla 13. Tabla de consumo de los componentes

TABLA DE CONSUMO DE COMPONENTES

Detalle	Componente	Cantidad	Consumo/5V
Medición de temperatura	Sensor RS485	4	$25\text{mA} \times 4 = 100\text{mA}$
Microcontrolador	Sensor RS485	1	$50\text{mA} \times 2 = 100\text{mA}$
Conversión del estándar RS485 a serial	Modulo conversor RS485-TTL	1	0,1mA
Transmisión inalámbrica	Modulo RF(Emisor y receptor)	1	13mA
Gateway de datos a la nube	Modulo GPRS/GSM	1	500mA

TOTAL=1A

$$\text{Potencia total} = 0,714\text{A} \times 5\text{V} = 4\text{W}$$

Fc=0,1

Le damos un factor de seguridad (Fc), el cual adicionamos a la potencia total. El cual nos denota que sumaremos un 10% de la potencia total al consumo calculado.

$$\text{Potencia total} = 4 \times 0,1 = 4,4\text{W}$$

2.15 Dimensionamiento fotovoltaico

El sistema se debe mantener funcionando aproximadamente 9 horas diarias por tanto tenemos los datos:

- Tiempo=9 horas
- Potencia Total=4,4 [W]
- Hora solar pico=4,12: tomada de PVsyst 7,2 [32]
- Pérdidas=25%

$$\text{Energía requerida} = Wh = 4,4[W] \times 9h = 40[Wh]$$

$$\text{Pot. FV} = \frac{\text{Energía} + \text{perdidas}}{\text{hora solar mínima}} = \frac{40 \times 1,25}{4,12} = \mathbf{12,12[W]}; \text{ Potencia del Módulo}$$

Se escoge un panel superior a la potencia dada y a su vez de un valor comercial

$$\# \text{. Módulos.Fv} = \frac{\text{Pot.Fv}}{50} = \mathbf{0,24};$$

con esto se demuestra que solo es necesario 1 módulo fotovoltaico

Cálculo de inclinación del panel solar

Para saber cómo instalar un panel y como orientarlo se consideran 2 detalles principalmente, primero la inclinación óptima y la orientación correcta.

Cálculo Inclinación óptima:

$$\beta_{\text{optimo}} = 3,7 \times 0,69 \times \text{latitud} \quad [33]$$

Cabe recalcar que en sitios cercanos a la zona ecuatorial por lo general se considera que la orientación óptima es igual a la latitud por tanto podemos omitir hacer el cálculo anterior solo sabiendo la latitud en este sector.

Se ha omitido el cálculo de separación entre paneles debido a que solo usaremos una unidad de módulos fotovoltaicos debido al consumo mínimo por ser solo un sistema electrónico que no tiene cargas con gran consumo. [34]

2.16 Partes fundamentales del sistema solar fotovoltaico para alimentación del sistema IoT

2.16.1 Módulo fotovoltaico

Es el módulo compuesto por un conjunto de celdas o células solares que reciben la irradiación del sol de manera directa, indirecta o difusa y pueden transformar esa radiación en corriente eléctrica con ayuda del efecto fotovoltaico. [35] para este caso solo escogimos un módulo según el cálculo de consumo el cual no tiene una potencia que demande grandes energías en Wh. En la figura 2-8 se visualiza el módulo fotovoltaico.



Figura 2-14. Módulo Fotovoltaico de 12V-60W de la marca Canadian solar [36]

Para la elección del controlador y la batería solo se analiza que sea del mismo valor del voltaje del módulo fotovoltaico ya que el consumo es mínimo

2.16.2 Controlador o regulador de carga

Es un dispositivo usado en sistemas fotovoltaicos para regular o controlar el flujo de carga que entrega el panel y proteger el estado de la batería. los controladores usualmente se encuentran entre los paneles solares y las baterías. [37] Para el caso se escogió un controlador de voltaje igual al del módulo fotovoltaico



Figura 2-15. Controlador de carga solar 12V-20A [38]

2.16.3 Baterías

Las baterías son las encargadas de almacenar la energía para poder, posteriormente, ser usada para almacenar la carga, justamente cuando no haya presencia de los rayos solares.

Los objetivos de los acumulares o baterías son:

- Almacenar energía durante un lapso
- Tener la potencia adecuada y suficiente para suministrarlo a un equipo o determinada instalación
- Proveer de energía durante las horas de la noche



Figura 2-16. Batería de GEL 12V-100Ah. [39]

2.17 Tabla de protocolos Modbus

Detalles

Modbus Protocolo			
Código de Función			
Comando de registro	de	Función	
0x03		Leer registro de mantenimiento	
0x04		Lectura del registro de entrada	
0x06		escribir un solo registro de mantenimiento	
0x10		escribir más registros de mantenimiento	
Tipo de registro	Dirección de registro	Registro de contenido	de Bytes
Entrada de registro	0x0001	Temperatura	2
	0x0002	Humedad	2
	0x0101	Dirección de dispositivo	2
Registro de mantenimiento	0x0102	tasa de espera: 0:9600 1:14400 2:19200	2
	0x0103	Corrección de la temperatura -10%RH-10%RH	2
	0x0104	Corrección de la temperatura -10%RH-10%RH	2

2.18 Prueba de envío de datos del sensor industrial RS-485 con el software Modbus Poll.

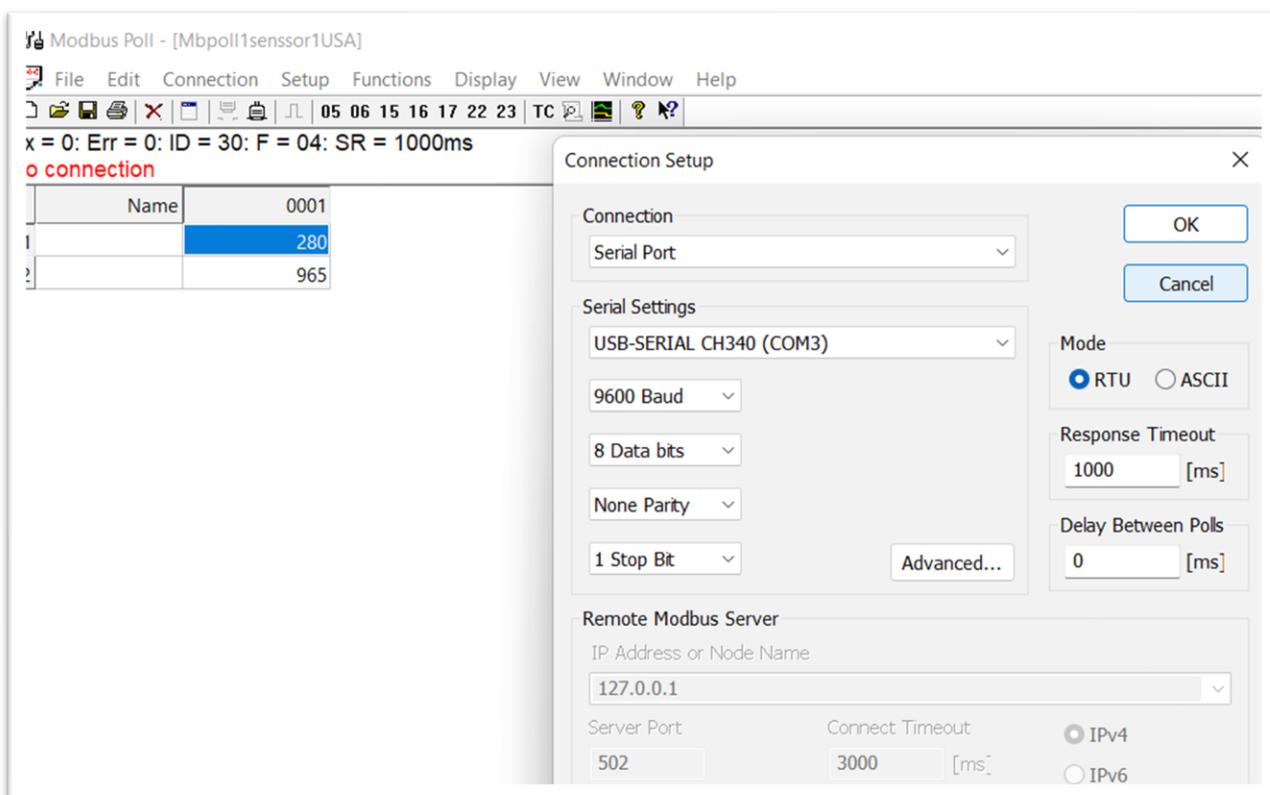


Figura 2-17. Configuración de velocidad y elección del puerto COM

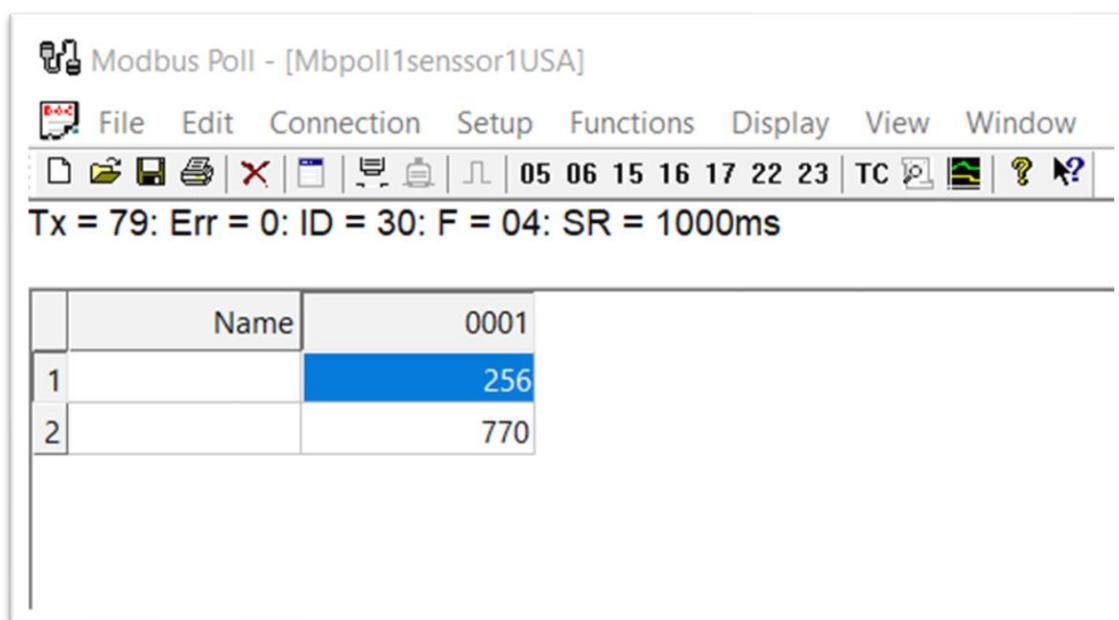


Figura 2-18. Visualización de la temperatura y humedad

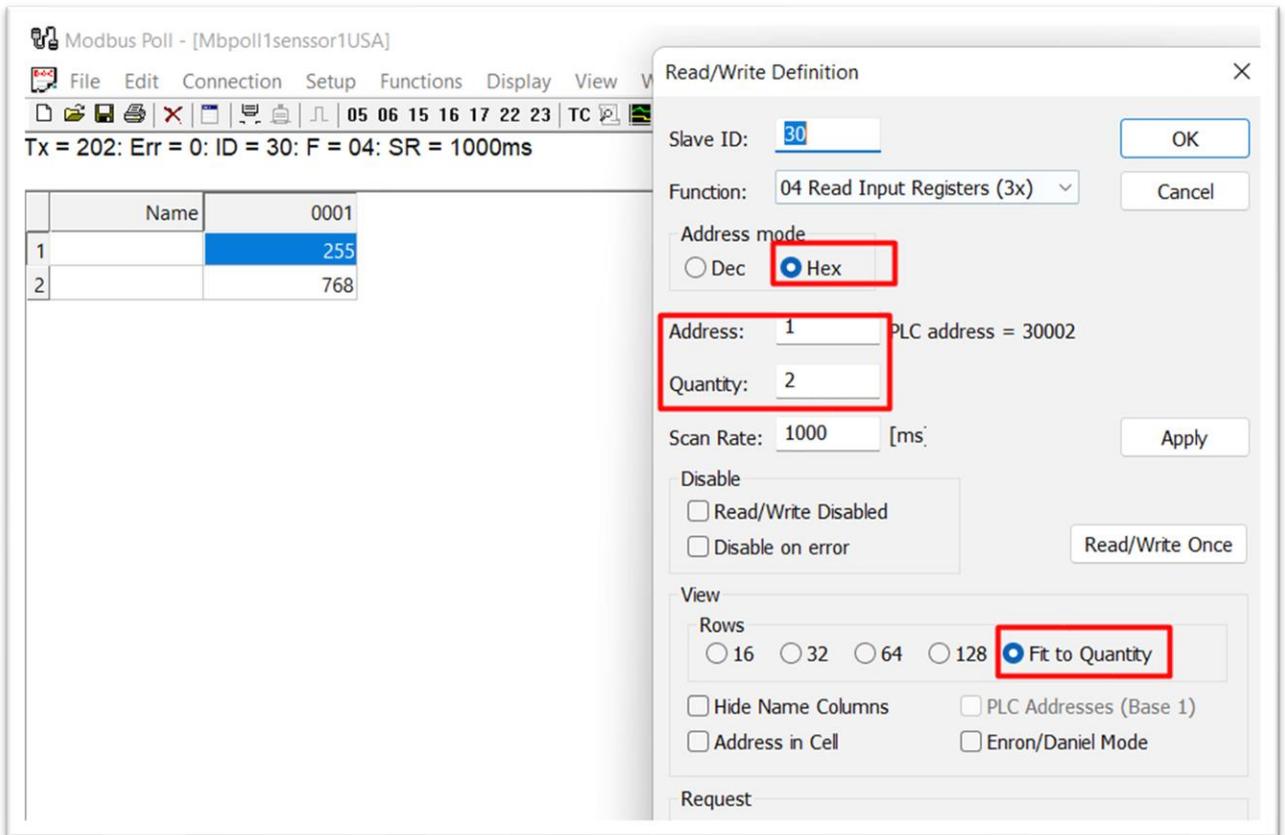


Figura 2-19. Configuración, elección en hexadecimal

En la figura 2- 20, vemos la prueba que se hizo con el sensor rs485 en conexión directa con una computadora para verificar el envío de datos de temperatura y humedad, esta prueba se la hizo con un cable conversor RS485 a serial, el cual se conecta al sensor en las terminales A y B, y su salida serial tiene un puerto USB que ya se lo puede conectar a un computador u ordenador personal.

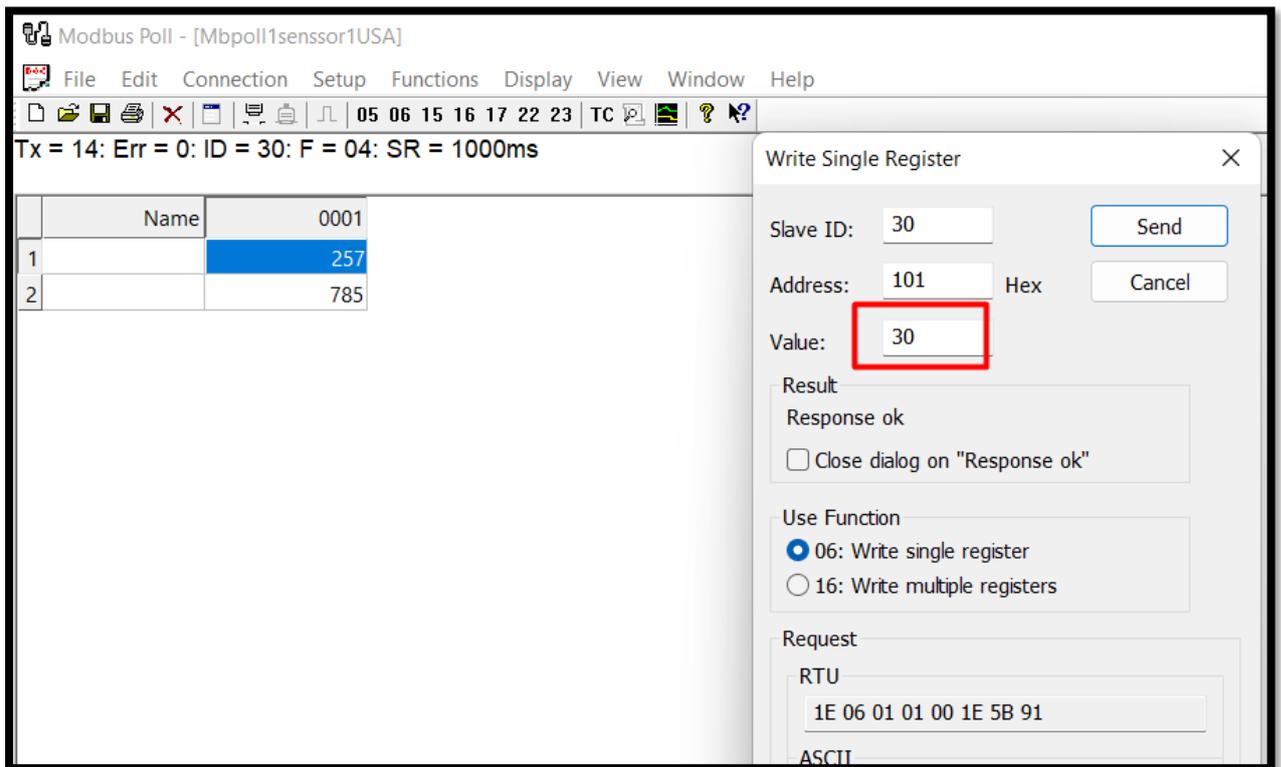


Figura 2-20. elección del valor del ID del esclavo

Salida de temperatura y humedad en monitor

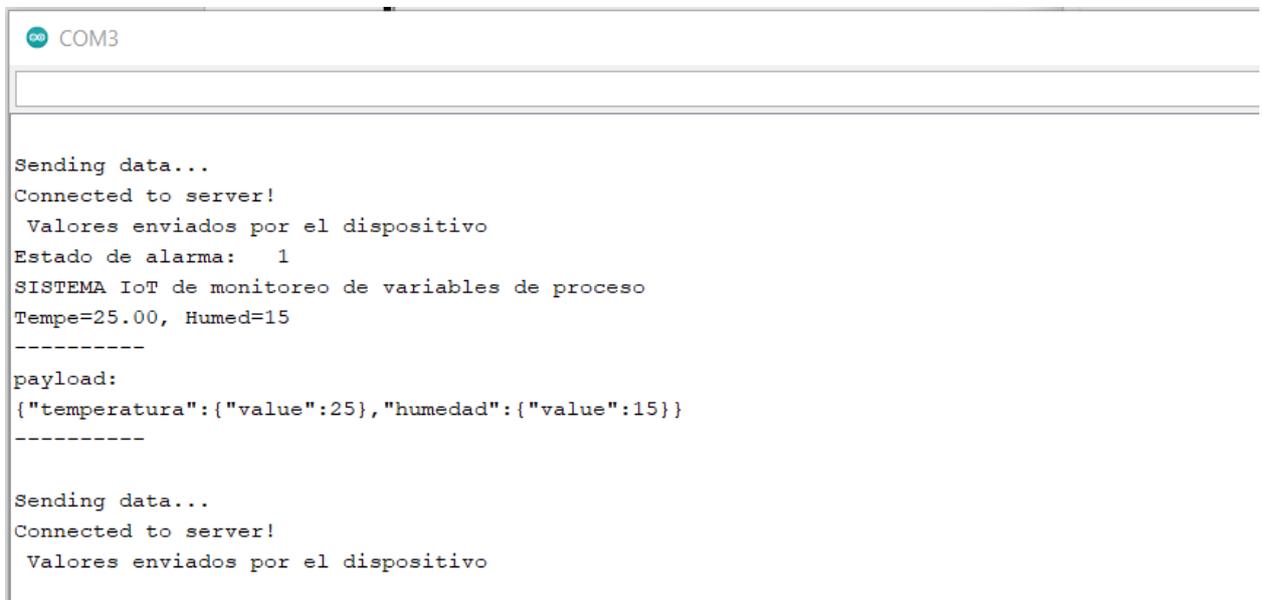


Figura 2-21. Salida de temperatura y humedad.

2.19 Dashboard de monitoreo

El Dashboard cuenta con la visualización de los sensores de temperatura, cada medición tendrá una variable asignada en la página IoT, de tal manera que al ser 4 sensores serían 8 variables debido a que cada sensor puede recibir la medición de temperatura y humedad. Una vez que se haya configurado y programado el sistema se procedió a enlazar las variables colocadas en programación con las variables de Ubidots, para posteriormente cargar el programa al módulo esp32 receptor de la trama de temperatura, humedad y sensor de puerta.

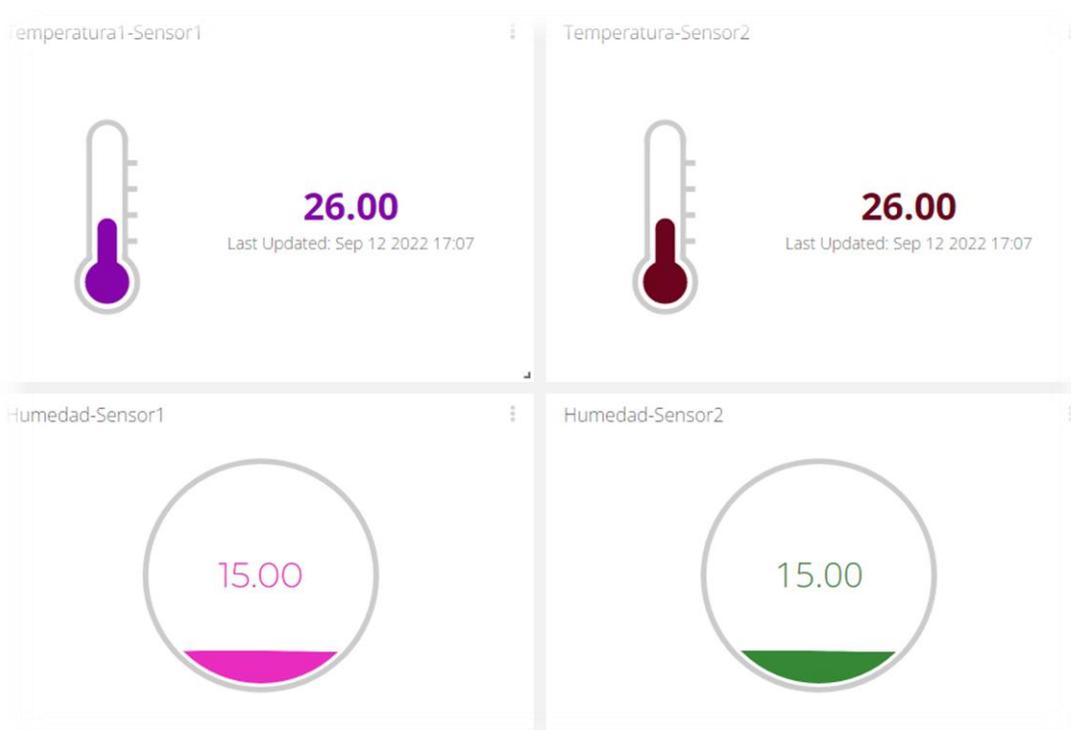


Figura 2-22. Dashboard de monitoreo variables de temperatura 1 y 2.

Se observa en la figura 2-23 las variables de temperatura y humedad creadas en la plataforma de Ubidots, se debe tener en cuenta que los nombres asignados a los DEVICES, deben ser los mismos asignados a las variables en la programación. Se detalla lo anterior mencionado en la figura 2-27.

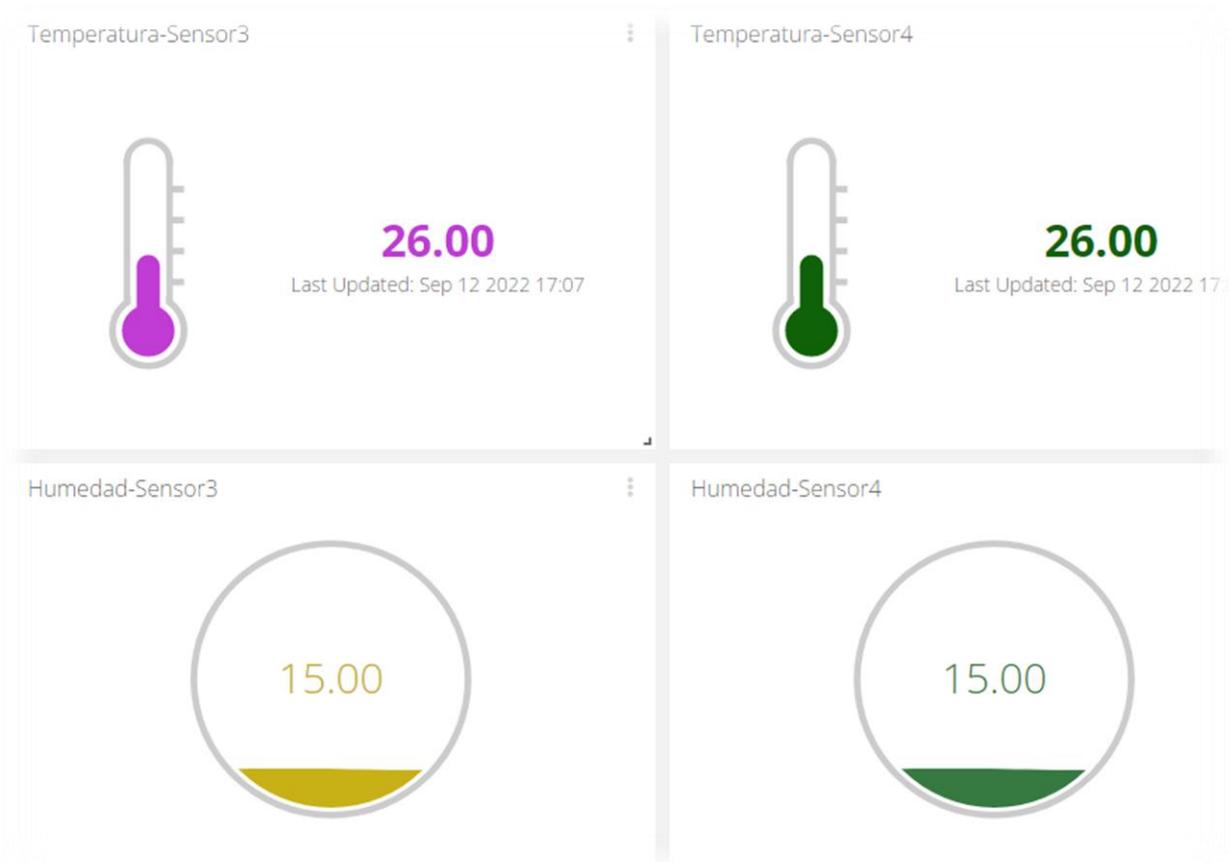
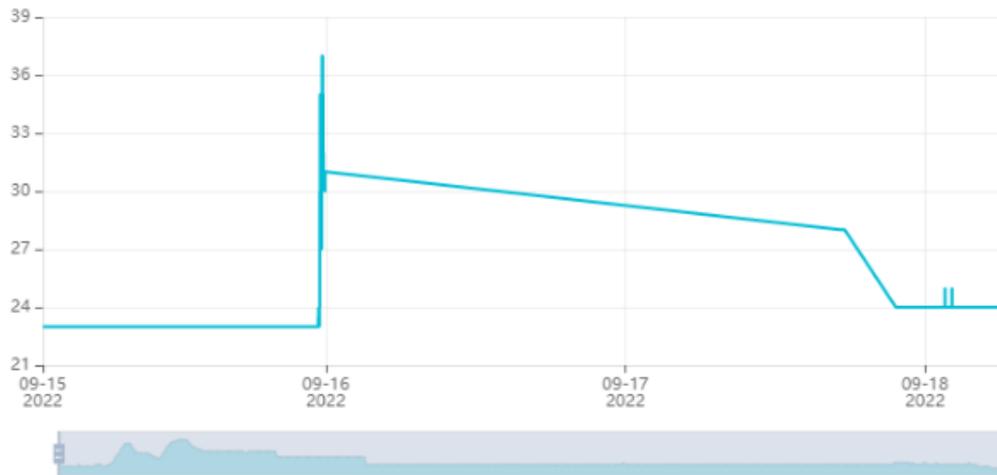


Figura 2-23. Dashboard de monitoreo variables de temperatura 3 y 4

Sep 15 2022 01:19 - Now



Raw



DATE	VALUE	CONTEXT
New data available		
2022-09-19 03:28:05 -05:00	22.00	{}
2022-09-19 03:27:59 -05:00	22.00	{}
2022-09-19 03:27:52 -05:00	22.00	{}
2022-09-19 03:27:46 -05:00	22.00	{}
2022-09-19 03:27:39 -05:00	22.00	{}

Figura 2-24. Visualización de estado de temperatura en ubidots.

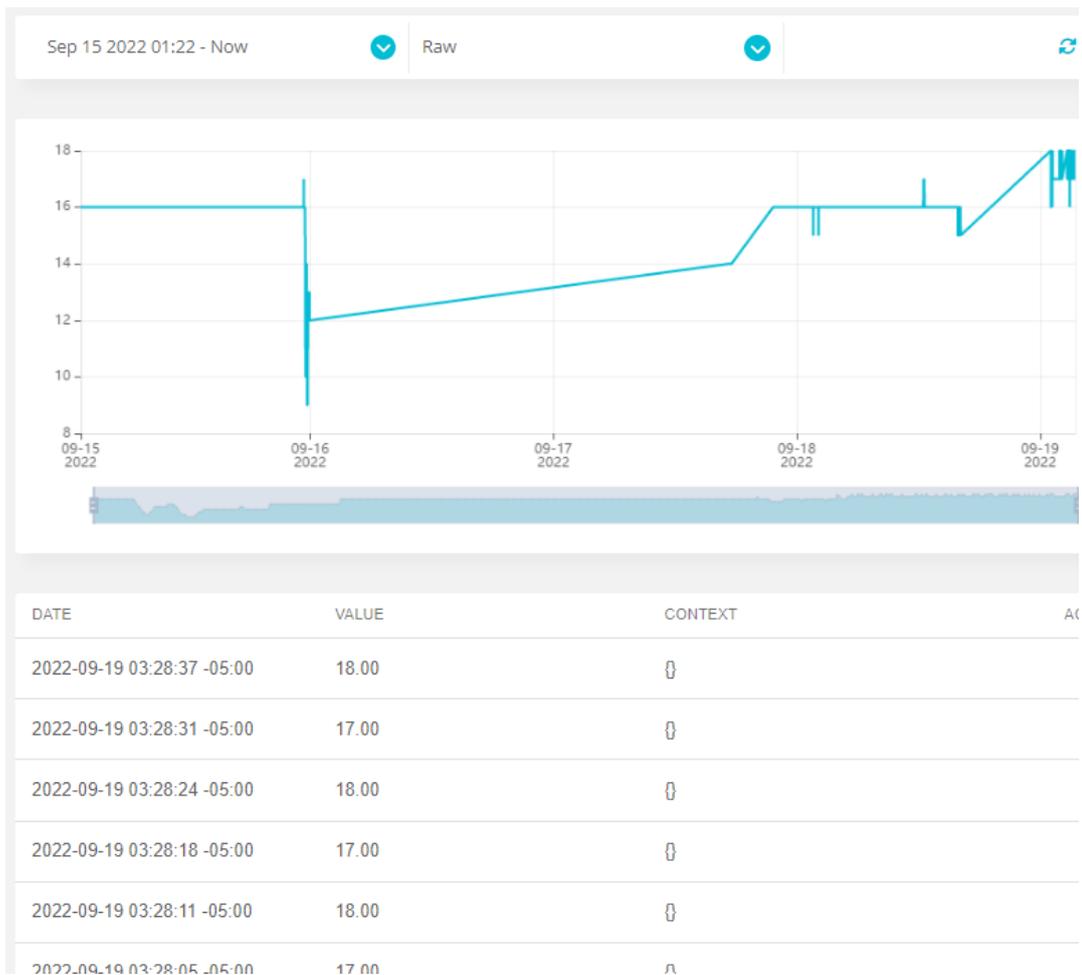


Figura 2-25. Visualización del estado de humedad en Ubidots.

2.20 DEVICE: DISPOSITIVOS AGREGADOS EN UBIDOTS

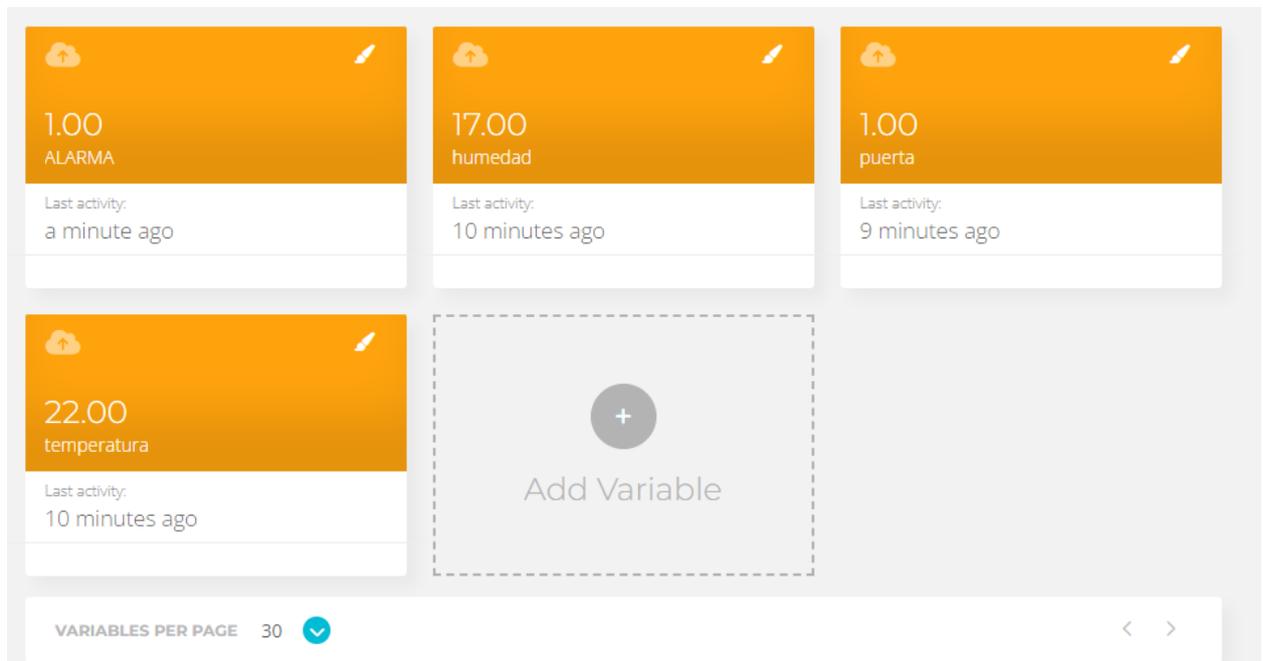


Figura 2-26. Dispositivos agregados en la plataforma IoT (UBIDOTS)

En la figura 2-27, se observa el Dashboard de dispositivos agregados para cada una de las variables de monitoreo (Temperatura, humedad y acceso). Las cuales deben coincidir en nombre exacto con las agregadas en programación de lo contrario no se hará la conexión ni envió de datos a la nube.

2.21 Visualización del estado de alarma en ubidots

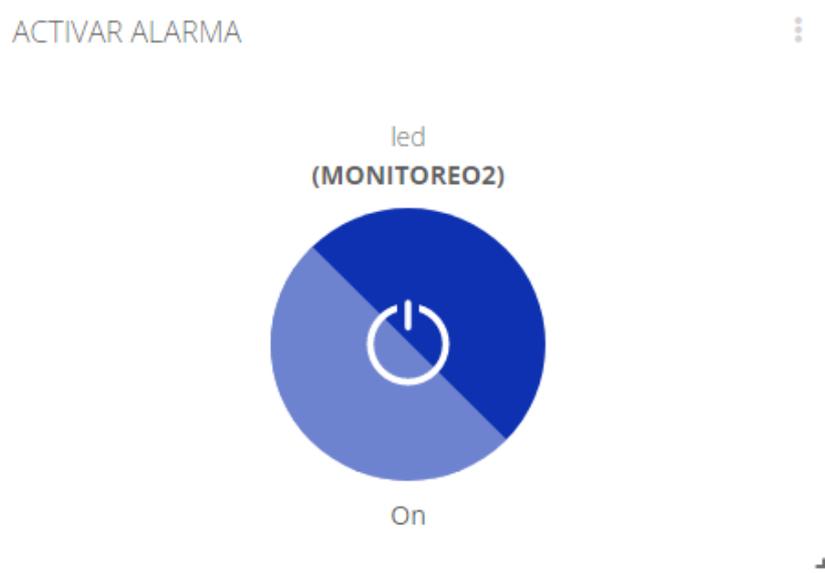


Figura 2-27. Dashboard de monitoreo, variable de alarma

En la figura2-28, se observa la representación de una alarma que el cliente podría activar de manera remota desde la plataforma IoT, siempre y cuando lo anterior representado en la figura2-27 se cumpla con respecto a los nombres. De esta manera al gestionar una alarma tiene las características de un sistema Scada ya que puede monitoreo, visualizar y hacer la gestión de alarma.

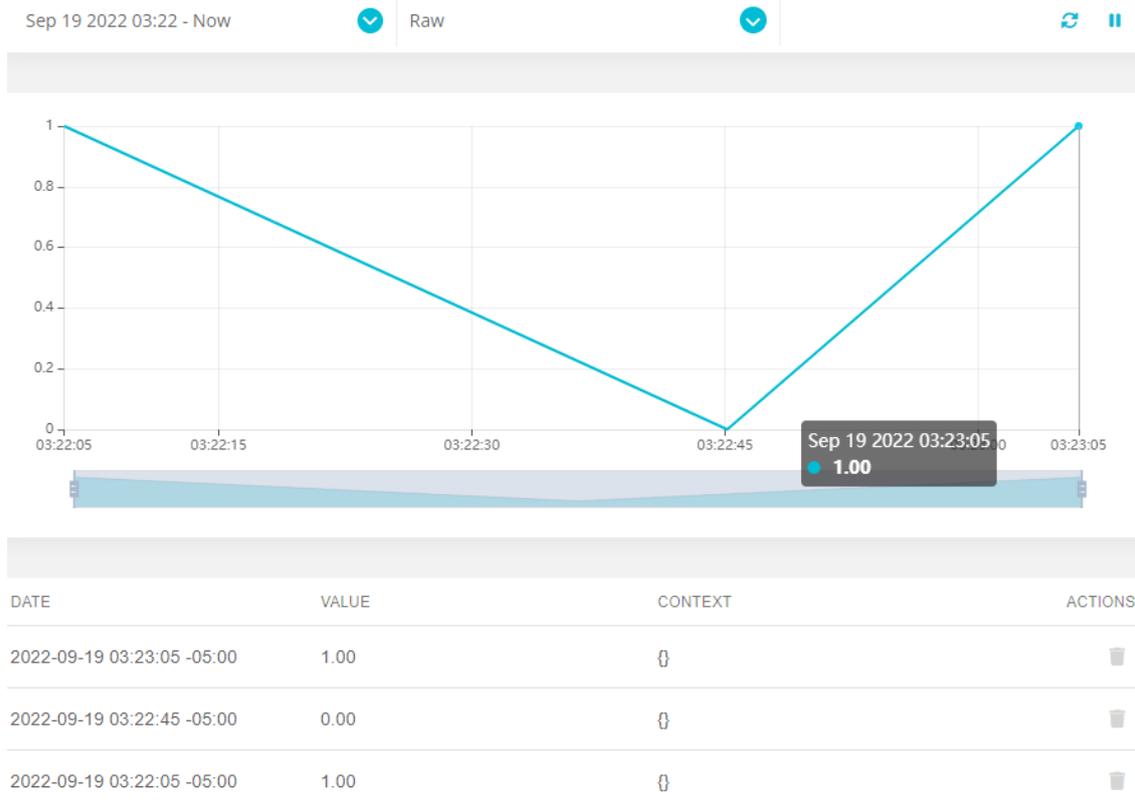


Figura 2-28. Visualización de activaciones de alarma

En la figura 2-29, se observa las horas de activación de la alarma mostrado en la figura 2-28. Los datos y la gráfica muestra las horas y fecha en la cual se activó la alarma, y se podrá visualizar y comprobar si el sistema está recibiendo los datos del controlador electrónico.

2.22 ESTADO DE PUERTAS DEL TABLERO

En la figura 2-21 se observa el estado de la puerta en el Dashboard IoT de ubidots

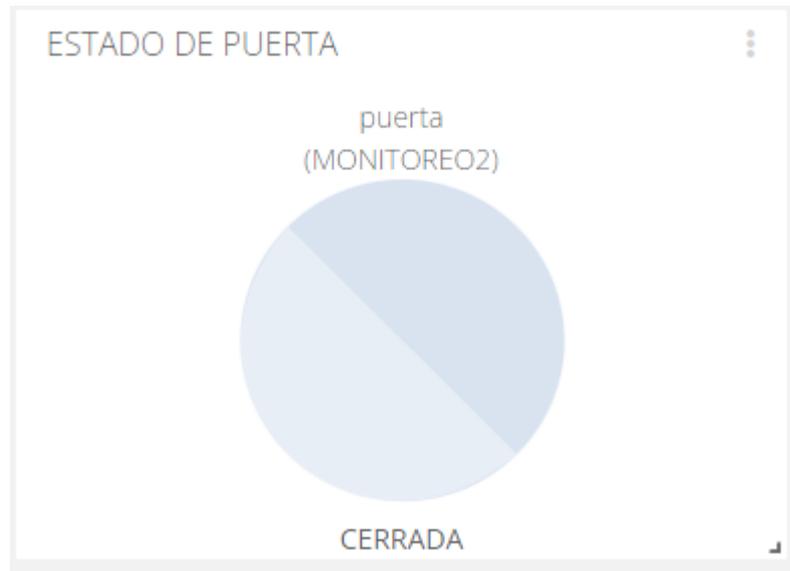


Figura 2-29. Estado de puerta cerrada

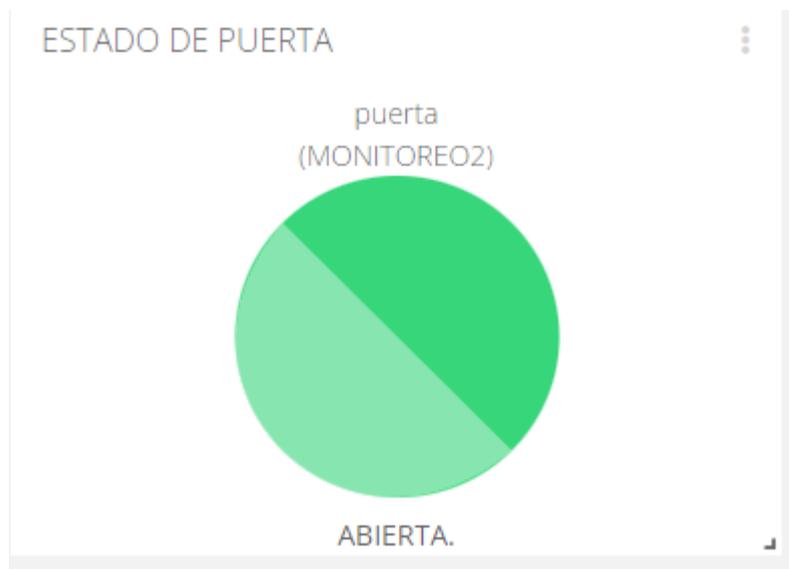
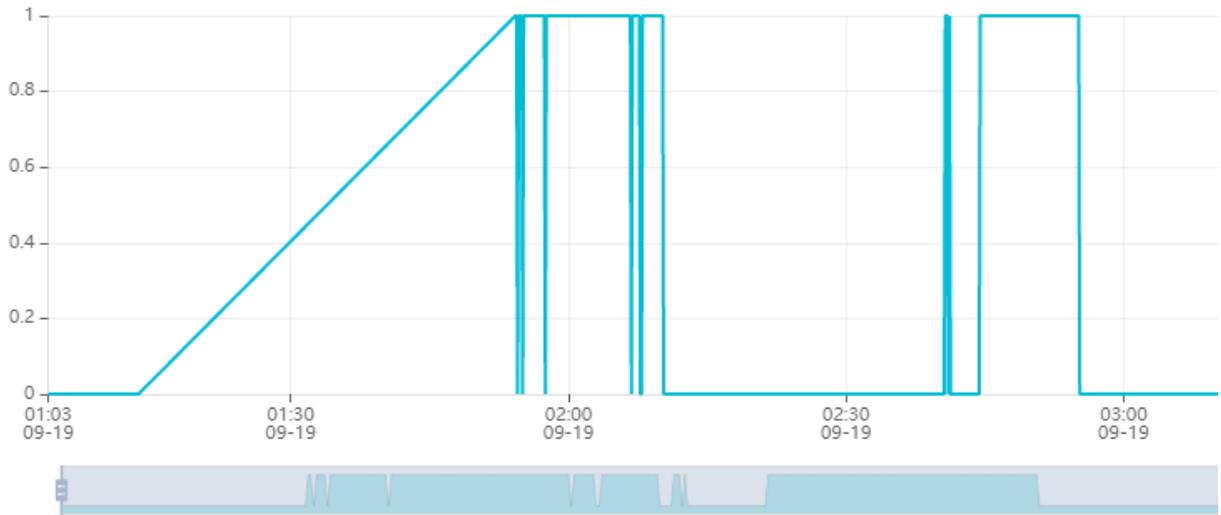


Figura 2-30. Estado de puerta Abierta

Sep 19 2022 01:03 - Now



Raw



DATE	VALUE	CONTEXT
2022-09-19 03:26:59 -05:00	1.00	{}
2022-09-19 03:26:53 -05:00	1.00	{}
2022-09-19 03:26:46 -05:00	1.00	{}
2022-09-19 03:26:40 -05:00	1.00	{}
2022-09-19 03:26:33 -05:00	1.00	{}

Figura 2-31. Visualización de los horarios de activación

2.23 SCADA en Computadora

Se diseñó el sistema de monitoreo para la computadora del operario o encargado del área, para posterior supervisión si así lo requiere. Se agregaron los elementos que corresponden a la vista de temperatura y humedad. Este sistema será local ya que solo se podrá visualizar desde la empresa con la red local correspondiente al área, el mismo recibe los datos de la plataforma IoT Ubidots, este tiene conexión por medio de un nodo que se usa para hacer la conexión con Ubidots y ya lo tiene NODE-RED.

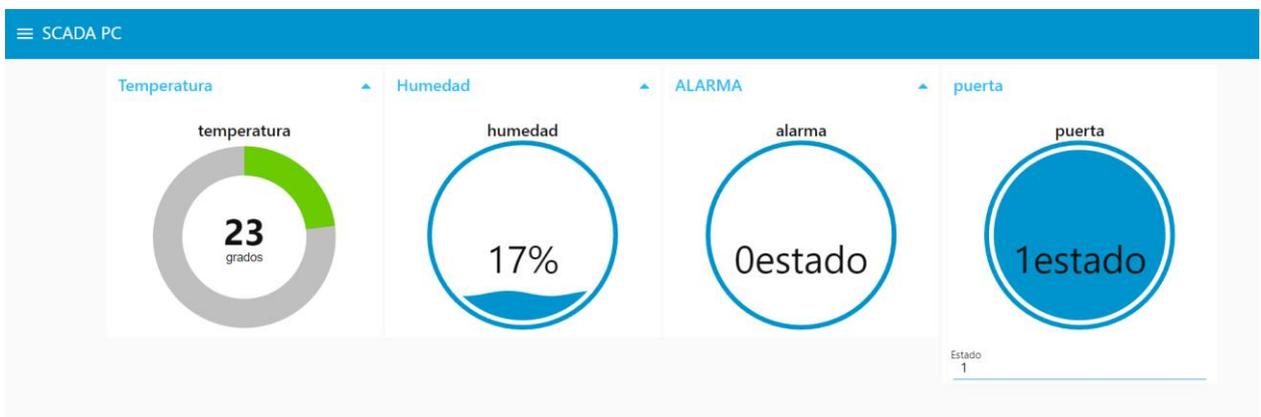


Figura 2-32. Scada en Computadora para visualización del operario

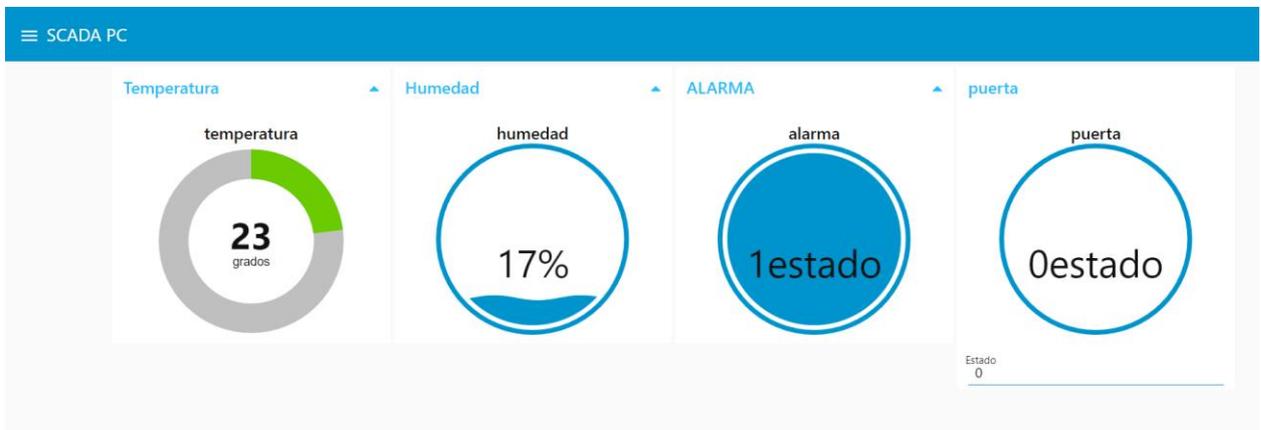


Figura 2-33. Scada en Computadora para visualización del operario

En la figura

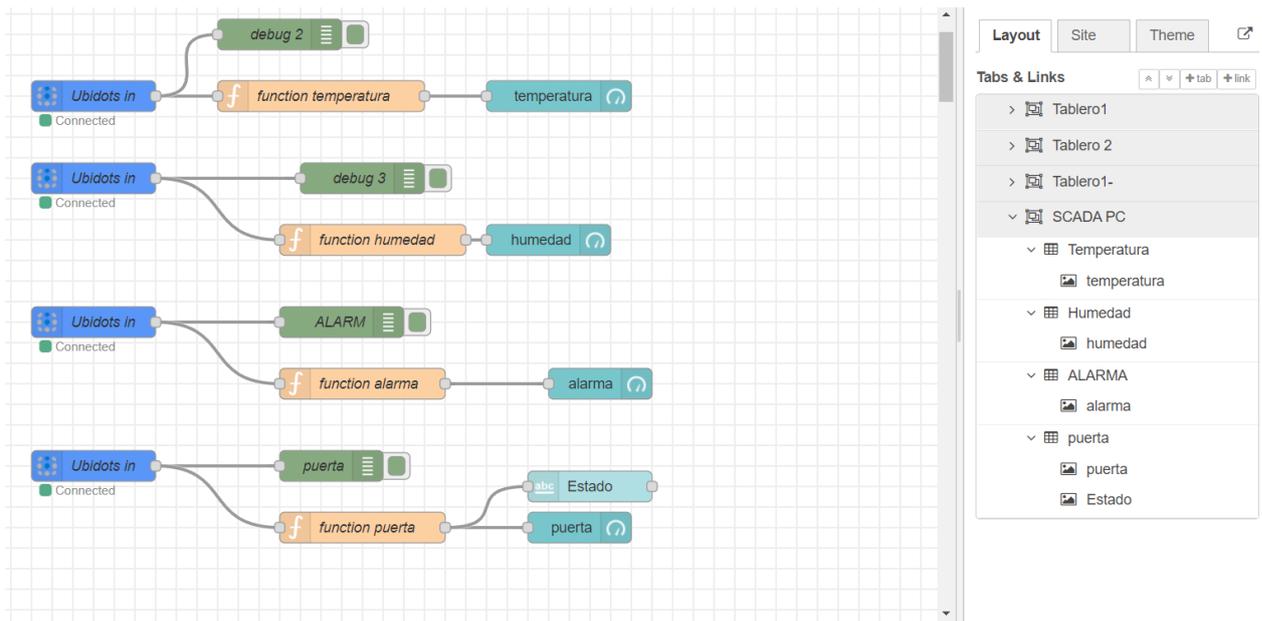


Figura 2-34. Bloques de configuración para NODE-RED

Código de las funciones de NODE-RED:

```
var LastValue =msg.payload.temperatura.value;
msg.payload = LastValue;
return msg;
```

```
var LastValue =msg.payload.humedad.value;
msg.payload = LastValue;
return msg;
```

```
var LastValue = msg.payload.alarma.value;
msg.payload = LastValue;
return msg;
```

```
var LastValue = msg. payload.puerta.value;
msg.payload = LastValue;
return msg;
```

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Lectura de las mediciones de los sensores del sistema de monitoreo IoT

Para realizar el envío de la trama se usó el sensor de temperatura y humedad en conjunto con el dispositivo inteligente Esp32 como receptor de los datos de temperatura y humedad. El sensor tiene la opción de recibir tanto temperatura como humedad, en conjunto con el dispositivo Esp32 se puede enviar la trama de datos requeridos hacia la nube, en este caso a la página de monitoreo IoT Ubidots que es una página disponible en internet muy dinámica para creadores de hardware y software a medida. El tiempo de actualización de los datos en la nube con respecto al cambio de las variables como temperatura o humedad es rápido considerando que se hicieron pruebas físicas para ver su tiempo de actualización, cuando hay un cambio en las variables de temperatura o humedad. En la figura 3-1 se observa la salida de temperatura y humedad por monitor serie, los valores representan la lectura del sensor de temperatura y humedad, también se puede observar el estado de alarma que se puede activar desde la página IoT disponible para uso comercial e industrial por los desarrolladores. se debe recalcar que son 4 mediciones de temperatura y 4 mediciones de humedad debido a que cada sensor puede hacer medición de 2 variables (Temperatura y humedad) por tanto todas esas mediciones que se visualizaron en el monitor serie también se visualizan en la página IoT(ubidots) y se podrá observar cada una de las variables en tiempo real, cabe recalcar que variables como temperatura y humedad no tendrán un cambio grande en un rango de tiempo excepto que haya un problema de promedio.

COM3

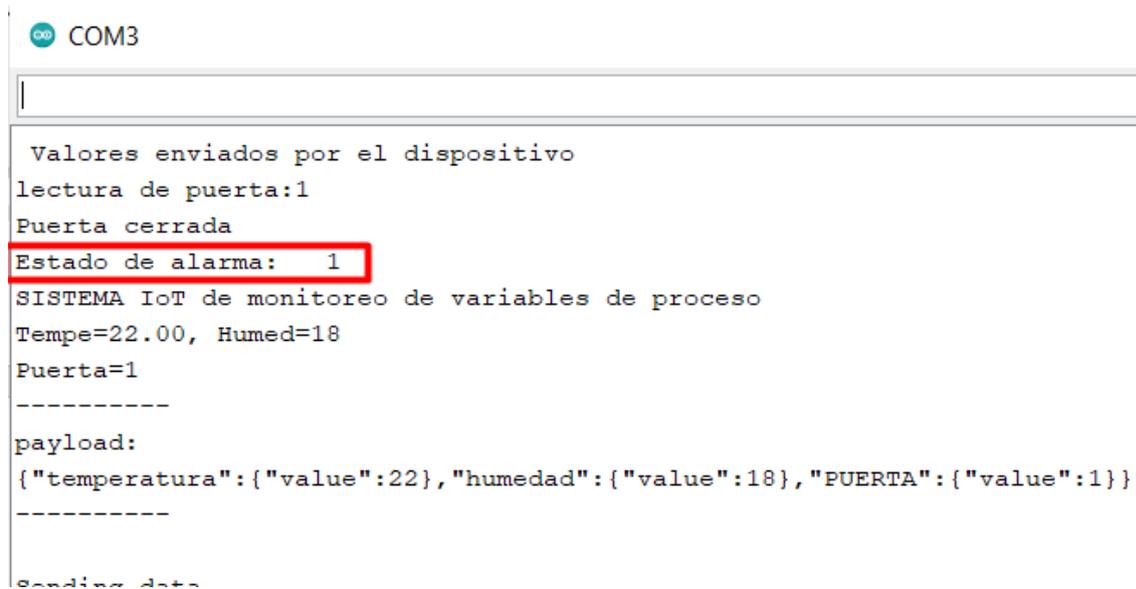
```
Sending data...
Connected to server!
  Valores enviados por el dispositivo
Estado de alarma:  1
SISTEMA IoT de monitoreo de variables de proceso
Tempe=26.00, Humed=15
-----
payload:
{"temperatura":{"value":26},"humedad":{"value":15}}
-----

Sending data...
Connected to server!
  Valores enviados por el dispositivo
```

Figura 3-1. Lectura de sensores del sistema de monitoreo para los tableros eléctricos

3.2 Activación de alarma desde Ubidots

A continuación, en la figura 3-2 se detalla la salida por monitor serie el estado de activación de la alarma desde Ubidots si el cliente detecta alguna anomalía en las mediciones de los sensores, luego de haber hecho las pruebas



```
COM3
Valores enviados por el dispositivo
lectura de puerta:1
Puerta cerrada
Estado de alarma: 1
SISTEMA IoT de monitoreo de variables de proceso
Tempe=22.00, Humed=18
Puerta=1
-----
payload:
{"temperatura":{"value":22},"humedad":{"value":18},"PUERTA":{"value":1}}
-----
sending data
```

Figura 3-2. Activación de alarma desde plataforma IoT

3.3 Diseño del Dashboard del sistema de monitoreo IoT en la plataforma Ubidots.

El Dashboard de Ubidots muestra una gran escalabilidad al momento de elegir a la variable y el gráfico que mejor se acomode a la aplicación a usar, en este caso como se requería visualizar variables de temperatura y humedad se escogieron los gráficos adecuados mostrados en la figura 3-2. Se escogió esta plataforma porque es usado por miles de desarrolladoras a nivel mundial en el ámbito IoT debido a su forma dinámica de poder crear Dashboard sin necesidad de saber o tener conocimientos de programación de páginas web o HTML ya que solo es escoger la variable con el gráfico y colocar la misma variable nombrada en la programación del módulo controlador escogido

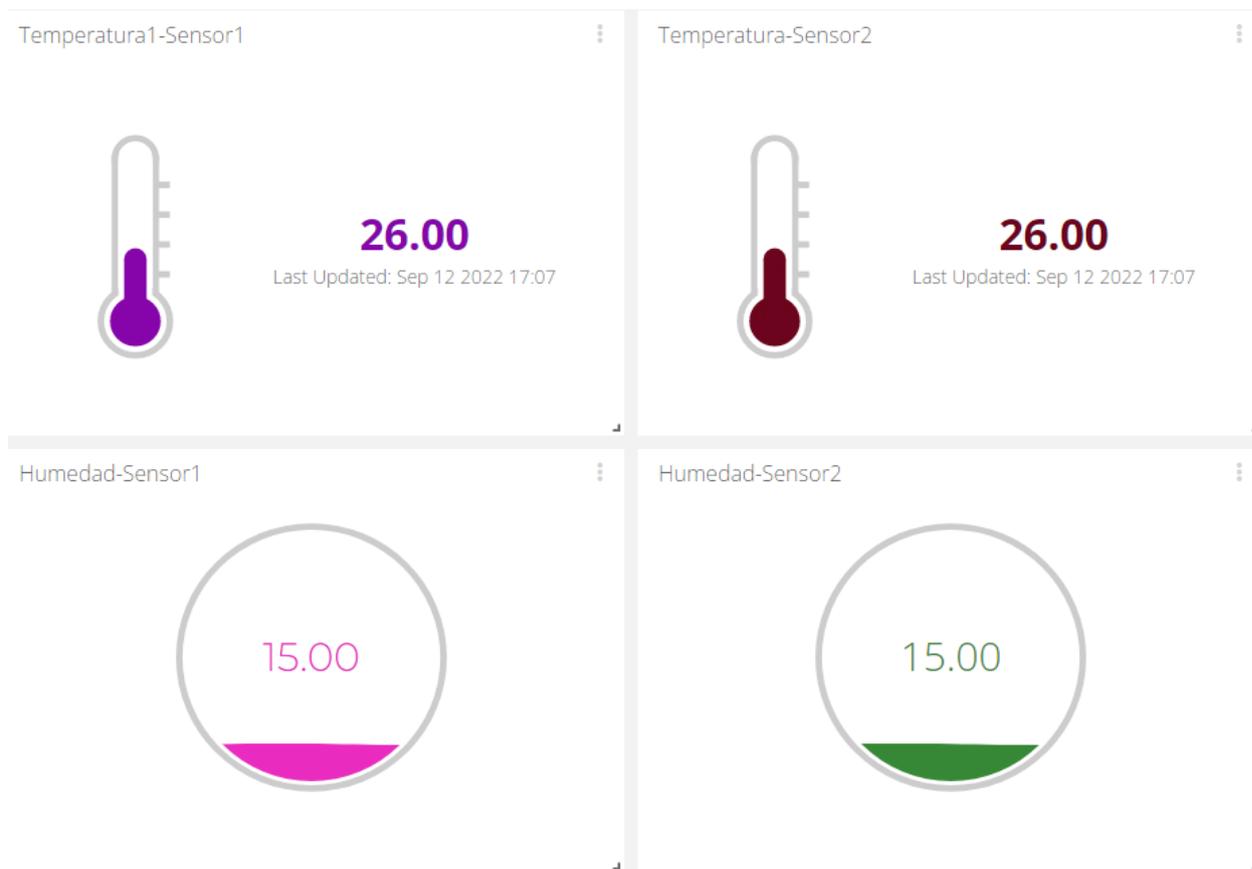


Figura 3-3. Dashboard IoT

3.4 Análisis de costos del sistema de monitoreo

El beneficio que podría dar este proyecto es importante ya que tiene la aplicación IoT y los componentes son de bajo coste, los sensores también tiene un costo considerable de bajo considerando el aporte que dan al sistema al ser industriales, además la opción calidad-precio se equilibra estratégicamente para poder hacer una implementación profesional a futuro y con sus respectivas normativas eléctricas como electrónicas, también se podría considerar que la página IoT en que se trabajó es accesible para desarrollos y aplicaciones industriales pero hay versiones premium que también podrían ser consideradas. pero también se podría optar por usar una página a medida que también aporte a la calidad-precio, pero si se requiere una aplicación respaldada por una aplicación IoT conocida a nivel mundial sería importante cuestionar el hecho de escoger Ubidots como una el soporte IoT para la aplicación.

También se consideró factible el sistema fotovoltaico a elección del cliente del sistema si considera importante que el sistema sea totalmente autónomo, dado que el sistema no requiere un consumo de potencia alto y no se requeriría un panel de costo mayor al planteado en el capítulo 2.

Tabla 14. Estimación del costo total del SISTEMA IoT

SISTEMA IOT				
NOMBRE	DESCRIPCION	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
Esp32	Comunicación Wifi/Rf	\$12,00	1	\$12,00
Rf De 433mhz	Modulo Rf	\$3,75	1	\$3,75
Pic18f47q10	Microprocesador	\$20,00	1	\$20,00
Sim808	COMUNICACION IoT	\$20,00	1	\$20,00
GPRS/GSM				
Sensor Rs485	Sensor de temperatura	\$20,00	4	\$80,00
Sht20				0
				0
			SUBTOTAL	\$135,75

Tabla 15. Estimación del costo total del sistema fotovoltaico

ALIMENTACION FOTOVOLTAICA				
NOMBRE	DESCRIPCION	PRECIO	CANTIDAD.	TOTAL
ALIMENTACION	FUENTE	\$10,00	1	\$10,00
PANEL SOLAR	panel 50W	\$50,00	1	\$50,00
REGULADOR	Controlador regulador 150 W	\$20,00	1	\$20,00
BATERIA	BATERIA DE GEL 12V 100Ah	\$90,00	1	\$90,00
			SUBTOTAL	\$170,00

Coste total= 305 \$.

sin incluir costes de mano de obra o coste de ingeniería de aplicarse

3.5 SISTEMA DE MONITOREO IoT

El sistema consiste en 8 ventanas o secciones las cuales pertenecen a las variables de monitoreo como son la temperatura y humedad y apertura de puerta, incluso la opción de poder activar una alarma física desde cualquier parte del mundo siempre y cuando se tenga acceso a la plataforma IoT.

Para esta plataforma visualizado en la figura 3-4, se realizó el sistema de monitoreo que representa poder ver el estado de cada uno de lo que serían los sensores instalados en cada tablero, cabe recalcar que la plataforma IoT tiene conexión con el sistema físico por medio de la tecnología ya sea WIFI por medio del controlador ESP32 o ya sea por medio GPRS con un microcontrolador que sería el propuesto en este trabajo.

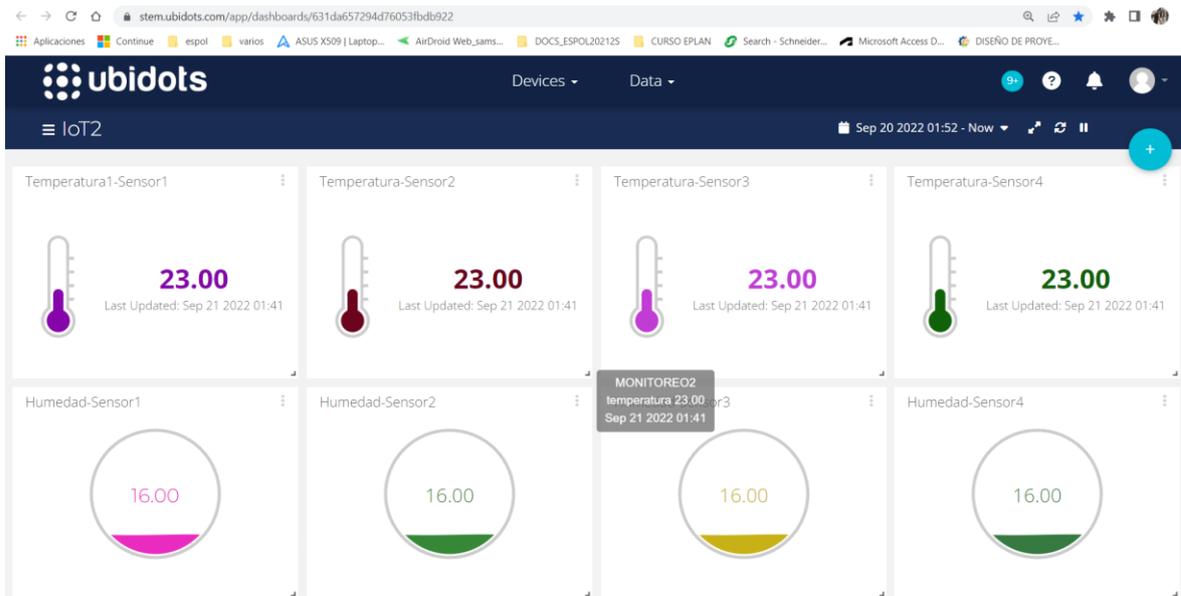


Figura 3-4. Sistema de monitoreo remoto

3.6 SISTEMA DE MONITOREO LOCAL

Posteriormente También se hizo un diseño de visualización de las variables de manera local en NODE-RED yan que permite crear un entorno de visualización por medio den gráficos basado en flujos los cuales permiten ver el estado de los sensores, cada uno de las ventanas de visualización están conectados directamente con la plataforma ubidots de manera que si hay una desconexión del módulo que envía datos a la nube la red local mostrara los últimos valores captados la figura 3-5 muestra el contexto.

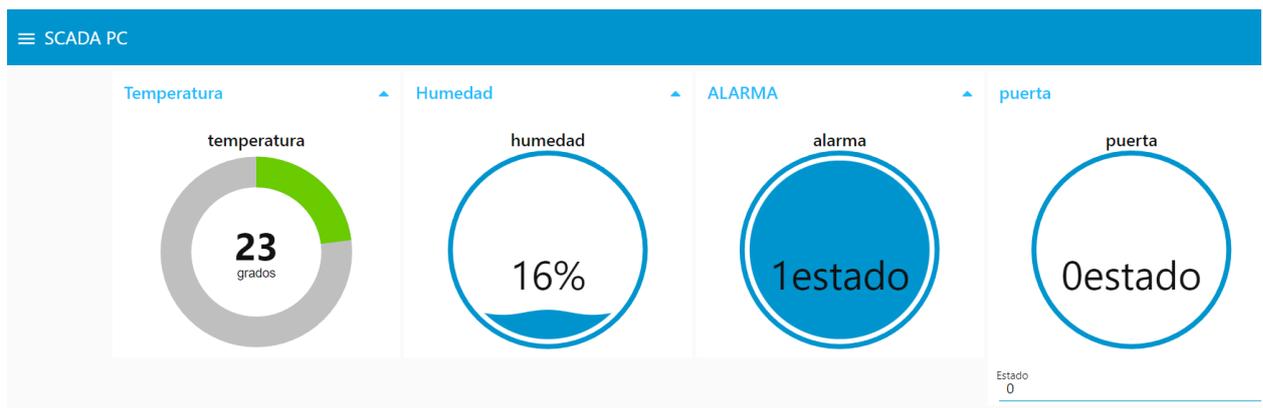


Figura 3-5. Sistema de monitoreo local

3.7 Costo total del sistema

Por lo antes mencionado el proyecto es implementable, pero requeriría coste de estructuras para protección de todo el equipamiento electrónico, además de cumplir con las protecciones y normativas Ejemplo: protección IP54 Resistente al agua / a prueba de polvo. Por ende, el costo podría tener un exceso de entre 100-200\$ aproximado, esto por la calidad de la estructura a usar. La alimentación de este proyecto se basó en el uso de una fuente estándar ya que el objetivo era alimentación del sistema mas no diseñar una fuente a medida. Pero en un caso industrial donde se requiera un sistema robusto se debe tomar las normativas adecuadas de circuitos impresos IPC 2221 o IPC A610 que son de diseño y ensamblaje respectivamente, que garanticen que el sistema este protegido contra ruido, en consecuencia, el precio total seria 400 a 500\$ sin considerar costo de página IoT si el cliente considera migrarse a una página premium por ciertos beneficios industriales.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se diseñó una red inteligente usando microcontroladores usando software y hardware a medida. También se consideró en el diseño la aplicación de los sensores industriales XY-MD02. Este sistema propuesto es en conjunto una tecnología para poder ayudar a un cliente a visualizar de manera remota las variables del sistema y ver el estado del mismo mejorando la forma en que se supervisa, dando un aporte al mantenimiento preventivo, por lo antes mencionado se considera un sistema orientado a una aplicación real e implementable.
- El uso de microcontroladores le da un aporte importante al proyecto dado que se puede hacer un sistema escalable por poderse programar en lenguaje C por lo que el sistema es eficiente, pese a esto es importante programar el módulo o microcontrolador con respecto a los requerimientos del sistema y tomar en cuenta la cantidad total de UARTs que son el medio de comunicación serial o entre microcontroladores para según ello elegir el microcontrolador correcto, que satisfaga las demandas y se tenga un sistema a medida

- Se sabe que para poder interactuar con los sensores industriales XY-MD02 es importante conocer la forma correcta de hacer la petición de la información de temperatura y humedad a cada sensor mucho más si hay una conexión tipo BUS ya que se debe diferenciar el ID (identificador de dispositivo) ya que de no hacer la petición correcta no retornará los valores de temperatura y humedad.
- Se realizó un sistema de monitoreo con un Dashboard IoT en la nube, se realizó pruebas con los 2 tipos de sensores tanto con el sensor XY-MDO2 como con el sensor DHT11. Se usó el sensor DHT11 para enviar a la plataforma de Ubidots la información de temperatura y humedad con el uso en conjunto con el módulo ESP32, que a su vez tiene opción a poder activar una alarma vía remota y desde cualquier parte del mundo por lo que esto se convertiría en un sistema SCADA que podría monitorear los datos que se le envíen al Dashboard y poderse visualizar de forma dinámica
- Se hizo pruebas con los sensores RS485 industriales y se pudo simular el envío de datos desde el sensor hacia una PC usando el software Modbus-Poll para visualizando el cambio de las variables de temperatura y humedad. Con ello se simuló el envío de datos de los sensores industriales se denotó que se puede hacer la configuración cambio de dirección ID (identificador de dispositivo)
- Se escogió el equipamiento según los requerimientos y la debida instrumentación, pero también se pudo analizar que el sistema puede acoplarse a otras aplicaciones debido a que parte del equipamiento es industrial y por ello se puede acoplar a aplicaciones diferentes con ligeros cambios.

Recomendaciones

- Con respecto a la elección del microcontrolador, se debe escoger según los requerimientos por ejemplo en el caso de este proyecto se tendrá que saber si el número de UARTs que se necesitan no supere el número de UARTs que dispone el microcontrolador escogido.
- Tener en cuenta el tiempo de envío de datos, si es o no necesario que sea rápida o lenta la transmisión de las tramas desde los sensores hacia el microcontrolador. para este caso no se requiere que se tenga una gran velocidad de transmisión debido a que la temperatura o humedad no sufre grandes cambios en un determinado rango de tiempo excepto si hay algún inconveniente que haga que sus variables superen el umbral permitido.
- Es recomendable hacer la comparativa respectiva para la elección del sensor ya que según esto depende si se deba diseñar un acondicionador electrónico, ya que un sensor industrial ya tiene los debidos acondicionadores ya incluidos como es el caso de los sensores escogidos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. C. P. Construye, «Importancia de los tableros eléctricos para asegurar la distribución de la energía,» 28 Dec 2020. [En línea]. Available: <https://peruconstruye.net/2020/12/28/importancia-de-los-tableros-electricos-para-asegurar-la-distribucion-de-la-energia/>. [Último acceso: 20 Jul 2022].
- [2] [En línea].
- [3] Firmesa.com, «Tableros Eléctricos,» Tableros Eléctricos, [En línea]. Available: <https://firmesa.com/productos/energia/distribucion-de-energia/tablero>. [Último acceso: 19 JUL 2022].
- [4] Inducom, «“Las fallas más frecuentes en el panel eléctrico,»,» 18 Jun 2020. [En línea]. Available: <https://inducom-ec.com/las-fallas-mas-frecuentes-en-el-panel-electrico/>. [Último acceso: 21 JUL 2022].
- [5] G. M. S. e. a. d. datos, «“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y MONITOREO DE PH Y HUMEDAD DEL PROCESO SPIN COATING,»,» [En línea]. Available: <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor>. [Último acceso: 20 JUL 2022].
- [6] C. R. Español, «“Sensores. Definición y características,»,» 18 Aug 2015. [En línea]. Available: <https://controlreal.com/es/sensores-definicion-y-caracteristicas/>. [Último acceso: 21 Jul 2022].
- [7] Dewesoft.com, «¿Qué es un Sensor y Qué Hace?,» [En línea]. Available: <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor>. [Último acceso: 21 July 2022].
- [8] siberzone.com, «“Sensor de humedad, tu aliado para combatir el vapor de agua en el aire,»,» 25 Jun 2022. [En línea]. Available: <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/sensor-humedad/>.
- [9] J. C. B. S. A., «Desarrollo de un sistema de control de temperatura y monitoreo de PH y humedad del proceso SPIN COATING,» *Tesis de Ingeniería*, vol. ., n° ., p. 36, 2018.
- [10] A. -. Colombia, «“Radiofrecuencia en telecomunicaciones - AlaiSecure,»,» 09 Aug 2021. [En línea]. Available: <https://alaisecure.co/glosario/radiofrecuencia-en-telecomunicaciones/>. [Último acceso: 21 JUL 2022].
- [11] HETPRO, «<https://hetpro-store.com>,» 2020. [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/puerto-serial/>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [12] HETPRO, «<https://hetpro-store.com>,» 2021. [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/puerto-serial/>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [13] O. Weis, «“Qué es RS485 - Guía de la Comunicación RS485 [2022],»,» 20-Oct-2021 20-Oct-2021 20-Oct-2021. [En línea]. Available: <https://www.eltima.com/es/article/rs485-communication-guide/>. [Último acceso: 22 Jun 2022].

- [14] E. M. SMART, *Diseño HIGH SPEED PAR DIFERENCIAL*, Perú, 2022.
- [15] [En línea].
- [16] C. A. Bedoya, «blog.cobiscorp.com,» 2022. [En línea]. Available: <https://blog.cobiscorp.com/internet-de-las-cosas-en-la-banca-facilita-operaciones-y-beneficios>. [Último acceso: 19 Sep 2022].
- [17] ubidots, «<https://ubidots.com>,» 01 Jul 2020. [En línea]. Available: <https://ubidots.com/community/t/solved-no-recibo-datos-0-1-de-un-switch-del-dashboard-de-ubidots-en-node-red/2892/3>. [Último acceso: 02 sept 2022].
- [18] siemens.com, «siemens.com,» 07 Dec 2020. [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/us/en/company/press/press-releases/smart-infrastructure/sem3t-thermal-monitoring-solution.html>. [Último acceso: 03 Sep 2022].
- [19] C. d. f. t. p. l. industria, «Centro de formacion técnica para la industria,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/>. [Último acceso: 03 Sep 2022].
- [20] DESIGENIA, «<https://desigenia.com>,» 23 Mar 2022. [En línea]. Available: <https://desigenia.com/sistemas-offgrid-ongrid/>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [21] DESIGENIA, «<https://desigenia.com>,» 23 Mar 2022. [En línea]. Available: https://desigenia.com/wp-content/uploads/2022/03/IMG-20180104-WA0025_3.jpg. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [22] [En línea].
- [23] M. S. ELECTRONICS-PERU, *Diapositiva Modbus RTU*, Ecuador, 2021.
- [24] F. Q. M. Boot & Work Corp. S.L., «<https://www.industrialshields.com/>,» 18 Mar 2020. [En línea]. Available: https://www.industrialshields.com/es_ES/blog/blog-industrial-open-source-1/post/libreria-modbus-rtu-master-para-automatizacion-industrial-200. [Último acceso: 20 Sep 2022].
- [25] naylampmechatronics, «naylampmechatronics.com,» 2021. [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html>. [Último acceso: 19 Sep 2022].
- [26] intelbras, «[intelbras.com](https://www.intelbras.com),» [En línea]. Available: <https://www.intelbras.com/es/sensor-magnetico-de-apertura-con-cable-xas-puerta-de-acero-sp-con-soporte>. [Último acceso: 18 Sep 2022].
- [27] E. autor. [En línea].
- [28] D. Carrasco, «[electrosoftcloud.com](https://www.electrosoftcloud.com),» 01 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.electrosoftcloud.com/esp32-configuracion-y-primeros-pasos/>. [Último acceso: 19 Sep 2022].
- [29] naylampmechatronics.com, «naylampmechatronics.com,» 2021. [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/405-modulo-rf-315-mhz-tx-y-rx.html>. [Último acceso: 13 Sep 2022].
- [30] naylampmechatronics, «naylampmechatronics.com,» 2021. [En línea]. Available: https://naylampmechatronics.com/blog/32_comunicacion-inalambrica-con-modulos-de-rf-de-433mhz.html. [Último acceso: 2022].

- [31] A. technologies, «<https://www.aldeltatec.com/>,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/norma-ipc-2221b-para-diseno-de-pcb-actualizacion/>. [Último acceso: 22 Sep 2022].
- [32] PVsyst., «[.pvsyst.com](https://www.pvsyst.com/),» [En línea]. Available: <https://www.pvsyst.com/download-pvsyst/>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [33] C. d. y. TheMPVSolarRference, «MPV SOLAR REFERENCE,» 2021. [En línea]. Available: <https://youtu.be/mNu6hIN1vGE>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [34] T. T. G. España, «TECLISA,» 21 Dec 2021. [En línea]. Available: <https://www.teclisa.com/post/distancia-entre-paneles-fotovoltaicos-ejemplo-grafico>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [35] E. Solar, «solar-energia.net,» 12 Fe 2022. [En línea]. Available: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico/celula-fotovoltaica/tipos>. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [36] M. libre. [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-517605904-controlador-regulador-carga-solar-30a-1224v-usb-electronics-_JM#position=24&search_layout=stack&type=item&tracking_id=647bba41-c1c6-48c1-b418-a600630ea50f. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [37] E. Solar, «solar-energia.net,» 16 Jul 2022. [En línea]. Available: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/controlador-carga>. [Último acceso: 16 Sep 2022].
- [38] M. libre. [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-517857106-controlador-regulador-cargador-solar-30a-1224v-usb-lcd-_JM#position=50&search_layout=stack&type=item&tracking_id=472808d5-797c-4c48-a837-d0964ec436ff. [Último acceso: 05 Sep 2022].
- [39] AutoSolar, «<https://autosolar.co/>,» [En línea]. Available: <https://autosolar.co/baterias-gel-12v/bateria-gel-12v-100ah-tensite>. [Último acceso: 20 Sep 2022].

APÉNDICES

APÉNDICE A

CODIGO DE PRUEBA CON SENSORES XY-MD02

unidotodo §

```
1 #include <SoftwareSerial.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4 SoftwareSerial mySerial(9, 8); // RX, TX
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
6
7 float temp1 = 0, humi1 = 0;          // Slave ID 1
8 float temp2 = 0, humi2 = 0;          // Slave ID 2
9
10 void setup() {
11     Serial.begin(115200); // velocidad Serial
12     lcd.init(); // LCD screen
13     mySerial.begin(9600); // Rx, Tx
14     mySerial.setTimeout(500);
15     lcd.setCursor(0, 0);
16     lcd.print("    Test XY-MD02    ");
17     lcd.setCursor(0, 1);
18     lcd.print("    Arduino.    ");
19     lcd.setCursor(0, 2);
20     lcd.print("    Communication.    ");
21     lcd.setCursor(0, 3);
22     lcd.print(" With TTL to Rs-485 ");
23     delay(3000);
24     lcd.clear();
25 }
26
27 //-----//
28
29
30 //-----//
31
32 ///esclavo 1
33 ///-----Slave ID 1-----//
34 void readXY_MD02_1() {
35     uint8_t buff1[] = {
```

```

35  uint8_t buff1[] = {
36      0x01, // Devices Address
37      0x04, // Function code
38      0x00, // Start Address HIGH
39      0x01, // Start Address LOW
40      0x00, // Quantity HIGH
41      0x02, // Quantity LOW
42      0x20, // CRC LOW
43      0x0B // CRC HIGH // 0B
44  };
45
46  mySerial.write(buff1, sizeof(buff1));
47  mySerial.flush(); // espera MODE_SEND completed
48
49  delay(200);
50
51  if (mySerial.find("\x01\x04")) { // Si puedes leer (Slave ID 1 , Function Code 04)
52      uint8_t n = mySerial.read();
53      if (n != 4) {
54          Serial.println("Error data size");
55          return;
56      }
57
58      temp1 = ((uint16_t)mySerial.read() << 8) | mySerial.read() / 10.0;
59      humil = ((uint16_t)mySerial.read() << 8) | mySerial.read() / 10.0;
60  }
61
62  else {
63      Serial.println("ERROR Timeout");
64      return;
65  }
66 }
67
68 //

```

Figura 4-1. Código de pruebas con los sensores XY-MD02 en el IDE DE ARDUINO


```

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  led = embebido.get(DEVICE_LABEL, LAB_LED);
  PUERTA = digitalRead(Inpu_PUERT);
  Serial.print("lectura de puerta:");
  Serial.println(PUERTA);
  if (Inpu_PUERT == 1) {
    Serial.println("Puerta abierta");
    digitalWrite(Sali_PUERTA, PUERTA);
  }
  else {
    Serial.println("Puerta cerrada");
    digitalWrite(Sali_PUERTA, PUERTA);
  }

  if (led != ERROR_VALUE) {
    Serial.println("Estado de alarma:  " + String(led));
    digitalWrite(PIN_LED, led);
  }
  else {
    Serial.println("ERROR LECTURA LED");
  }

  temp = dht.readTemperature();
  hume = dht.readHumidity();
  // ---lectura de estado puerta

  Serial.println("SISTEMA IoT de monitoreo de variables de proceso");//
  Serial.println("Tempe=" + String(temp) + ", Humed=" + String(hume));
  //indicamos cuales son los valores de temperatura y humedad
  //---
  Serial.println("Puerta=" + String(PUERTA));
  //
  embebido.add(LAB_TEMP, temp); //envía la variable temperatura
  embebido.add(LAB_HUME, hume); //envía la variable temperatura
  ///---Agregar variable de puerta
  embebido.add(LAB_PUERTA, PUERTA); //envía la variable temperatura
  bool bufferSent = false;
  bufferSent = embebido.send(DEVICE_LABEL); //enviara datos a una etiqueta de
  dispositivos que coincida con el ID del dispositivo
  if (bufferSent) {

    Serial.println (" Valores enviados por el dispositivo ");
  }
  delay(1000);
}

```

Código base para microcontrolador PIC18F47Q10

```
/*
 * File:   newmain.c
 * Author: FELIPE56
 *
 * Created on 26 de septiembre de 2022, 06:48 PM
 */

#include "mcc_generated_files/mcc.h"
#define DIR      LATBbits.LATB0
#define WRITE    1
#define READ     0
/*
 ModBUS
 */
typedef enum{
    Idle=0,
        Adquirir,
        ConectWebService,
        SendDataTCP,
        DisconnectWebService
}state_aplication;

state_aplication state_machine=Idle;

void SendMobusRTU(uint8_t ID,uint8_t CondeFuntion,uint8_t N,uint16_t data);

void main(void)
{
    SYSTEM_Initialize();
    INTERRUPT_GlobalInterruptEnable();
    // Disable the Global Interrupts
    //INTERRUPT_GlobalInterruptDisable();
    // Enable the Peripheral Interrupts
    INTERRUPT_PeripheralInterruptEnable();
    // Disable the Peripheral Interrupts
    //INTERRUPT_PeripheralInterruptDisable();

    while (1)
    {
        switch(state_machine){

            case Idle:
                break;

            case Adquirir:
                SendMobusRTU(0x0A,0x04,2,0x0001);
                /*
                 función para recibir por ModBUS
                */
        }
    }
}
```

```

        /*
        función que nos permita adquirir los datos
        de los sensores de Temperatura y Humedad por Modbus RTU
        */
        break;

    case ConectWebService:
        /*
        Desarrollo de la función que nos permita conectarnos al
        servidor web de Ubidots por TCP
        * Nota : Estudiar la teoría del Stack TCP-IP-> Redes
        * Nota2: Revisar la hoja de datos del módulo GSM GPRS

SIM808
        * -Realizar la conexión por TCP a un Servicio WEB
        * -Eviar datos por TCP en formato JSON
        * -Revisar la documentación de ubidots
        * -Mandar la data
        * -Cierra la conexión
        */
        break;

    case SendDataTCP:
        /*
        Desarrollar la función que te permita subir datos a

Ubidots
        * método POST HTTP usando la capa de transporte TCP
        */
        break;

    case DisconnectWebService:
        /*
        Desarrollar la función que te permita desconectarte del

servidor
        * de manera segura
        */
        break;
    }
}
}

```

```

void SendModbusRTU(uint8_t ID,uint8_t CondeFuntion,uint8_t N,uint16_t data){
    DIR=WRITE;
    uint8_t i=0;
    uint8_t data_low,data_high=0;
    data_low=N;
    data_high=N<<8;
    uint8_t data_modbus[2];
    data_modbus[0]=data_low;
    data_modbus[1]=data_high;
    EUSART1_Write(ID);
    EUSART1_Write(CondeFuntion);
    while(i<N){
        EUSART1_Write(data_modbus[i]);
        i++;
    }
}

```


ANEXOS

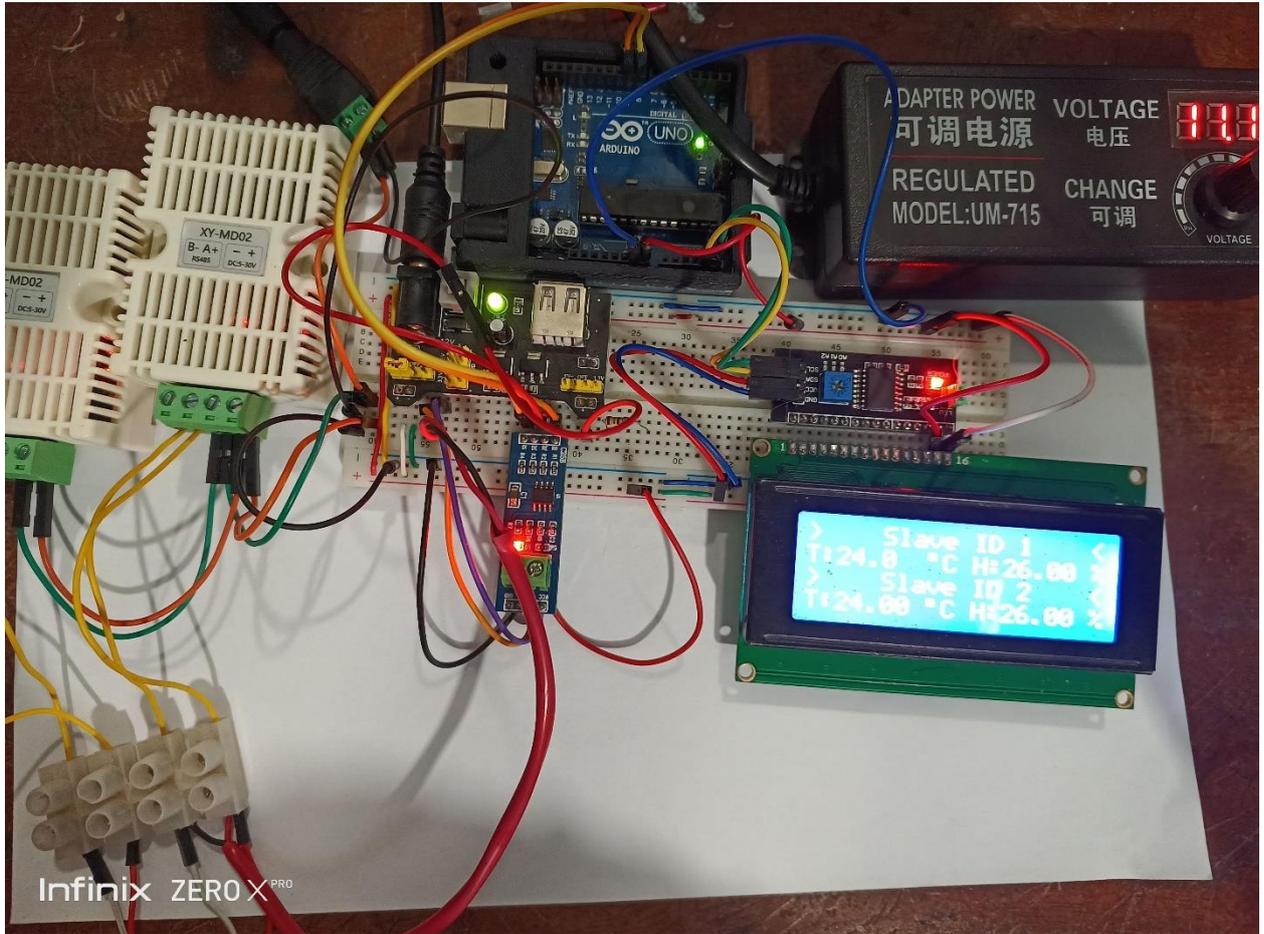


Figura 4-2. Prueba física con el sensor XY-MD02

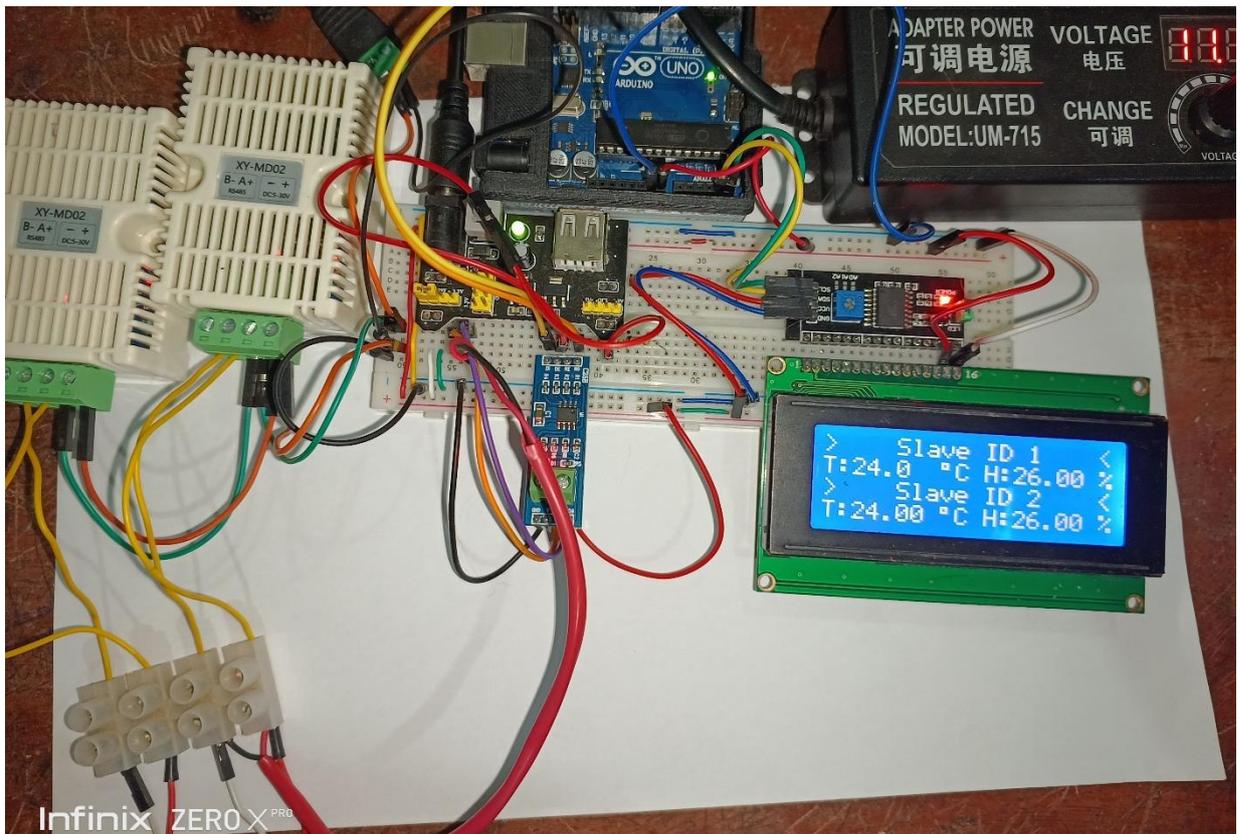


Figura 4-3. Prueba física con el sensor XY-MD02

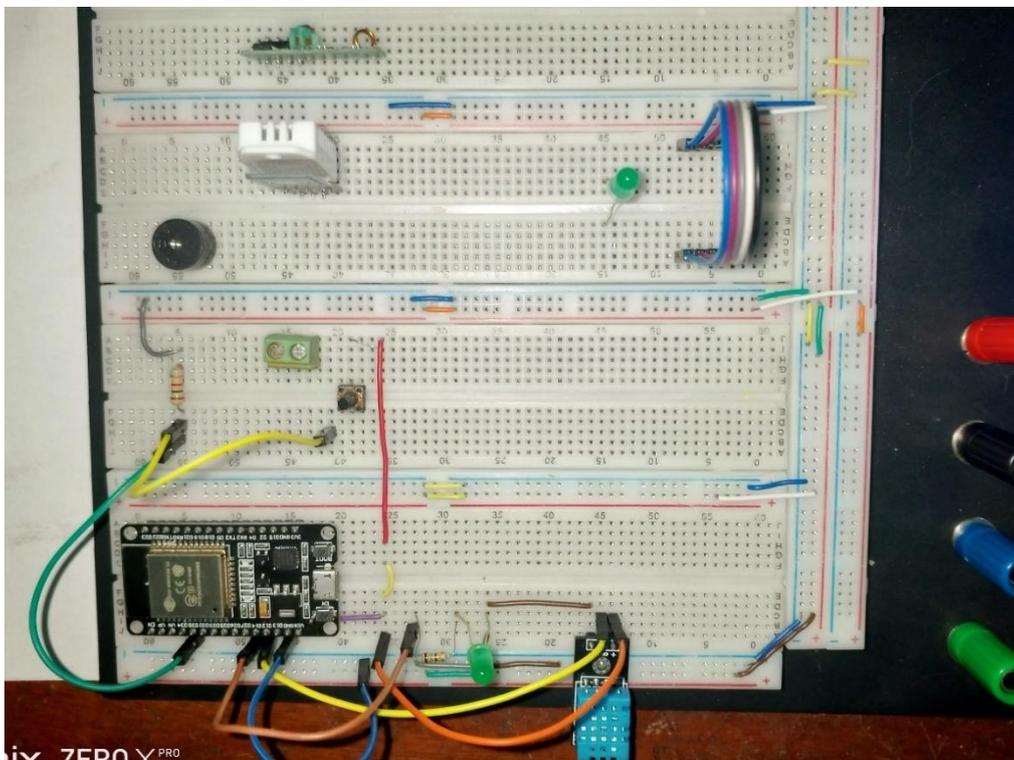


Figura 4-4. Prueba física con el sensor DHT11 y el módulo ESP32

