



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Implementación de la pasarela inteligente IoT 2040 de Siemens para el
monitoreo de la Planta MPS PA Compact Workstation de Festo**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de **Ingeniera Electrónica**

AUTORAS:

CANGÁ ESTRADA DORA ELOISA
GRACIA GUAGUA ZAMIRA BEATRIZ

TUTOR:

MSC. VÍCTOR DAVID LARCO TORRES

GUAYAQUIL – ECUADOR

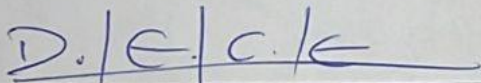
2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

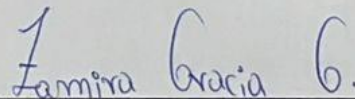
Nosotras **Cangá Estrada Dora Eloisa** con cédula de identificación N° **0803115385** y **Gracia Guagua Zamira Beatriz** con cédula de identificación N° **0803172725**; manifestamos que:

Somos las autoras y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 16 de Julio del 2024.



(f)Dora Eloisa Cangá Estrada
C.I: 0803115385



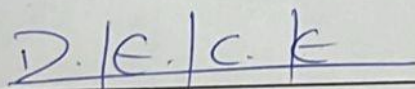
(f)Zamira Beatriz Gracia Guagua
C.I: 0803172725

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

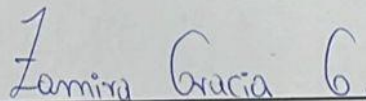
Nosotras **Dora Eloisa Cangá Estrada** con cédula de identificación N° **0803115385** y **Zamira Beatriz Gracia Guagua** con cédula de identificación N° **0803172725**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Artículo Académico: "Implementación de la pasarela inteligente IoT 2040 de Siemens para el monitoreo de la Planta MPS PA Compact Workstation de Festo"**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA ELECTRÓNICA**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de Julio del 2024.



(f)Dora Eloisa Cangá Estrada
C.I: 0803115385



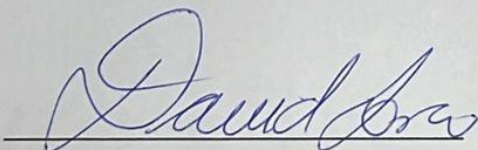
(f)Zamira Beatriz Gracia Guagua
C.I: 0803172725

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Víctor David Larco Torres con documento de identificación N° 0923270136, docente de la **Universidad Politécnica Salesiana**, declaro que bajo mi autoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "**Implementación de la pasarela inteligente IoT 2040 de Siemens para el monitoreo de la Planta MPS PA Compact Workstation de Festo**", realizado por **Canga Estrada Dora Eloisa** con cédula de identificación N° **0803115385** y por **Zamira Beatriz Gracia Guagua** con cédula de identificación N° **0803172725** obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Artículo Académico**, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de Julio del 2024.

Atentamente,



Ing. Víctor David Larco Torres

C.I: 0923270136

DEDICATORIA

A mis queridos profesores, a quienes les debo todo mi conocimiento y agradecimiento por su guía y apoyo. Su dedicación y pasión por enseñar han sido fundamentales en mi formación académica y personal. A través de sus enseñanzas, me han inspirado a superarme y a buscar siempre la excelencia.

También quiero dedicar este logro al avance tecnológico, que ha transformado por completo nuestro mundo y ha abierto un sin fin de posibilidades en todos los ámbitos.

Por último, este logro también es dedicado a los años de estudio y sacrificio. Ha sido un camino lleno de retos y obstáculos, pero cada uno de ellos me ha fortalecido y me ha hecho crecer como persona. Cada hora de estudio, cada noche trasnochada y cada esfuerzo invertido ha valido la pena para llegar hasta aquí.

Dora Canga

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con profundo agradecimiento y respeto a los visionarios que desafían lo convencional, impulsando la innovación tecnológica con audacia y creatividad. Su dedicación transforma el futuro y marca el camino hacia nuevas posibilidades. Quienes persiguen incansablemente la innovación y el avance tecnológico, su dedicación forja el futuro que imaginamos. En honor a su valiente exploración de lo desconocido.

Zamira Gracia

AGRADECIMIENTO

A Dios, agradezco infinitamente por su guía y protección en cada etapa de mi vida. Gracias por concederme la sabiduría y la fuerza necesaria para superar los desafíos y alcanzar mis metas. Tu amor incondicional y tu presencia constante han sido mi mayor inspiración y motivación.

A mi madre, mi gratitud no tiene límites. Gracias por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y su sacrificio constante. Gracias por brindarme todas las herramientas necesarias para desarrollarme académica y personalmente. Su dedicación y ejemplo de vida me han enseñado la importancia de la perseverancia y del trabajo arduo. Ella es todo lo que está bien en mi vida.

A mi padre, hombre de carácter fuerte, pero corazón noble gracias por darme absolutamente todo lo que he necesitado durante la carrera y durante toda mi vida, después de el no puedo esperar menos de ninguna otra persona.

A mi hermanito querido, que sin duda alguna es siempre mi luz al final del túnel.

A mis tías, en especial a Flor y Maribel gracias por su amor y apoyo incondicional. gracias por siempre creer en mí. Su aliento y consejos han sido fundamentales en todo momento sobre todo por soportarme durante todos estos años.

A mi primo Dario por su amor, confianza y apoyo incondicional en todos estos años.

A mis mejores amigas incondicionales con las cuales que atravesamos 8 horas desde Esmeraldas para venir a cumplir nuestras metas Cindy y Zamira, al final la cumplimos.

A los amigos que conocí durante la carrera y se convirtieron en familia Jacky y Aurelio los seres de luz más maravillosos que me regaló la UPS gracias por permitirme entrar a su vida y a su familia.

Dora Cangá

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios por ser mi luz, mi guía y mi fortaleza en todo momento. Por brindarme salud, sabiduría y conocimiento para culminar este camino universitario. Su amor incondicional me sostuvo y me acompañó en cada momento difícil que se presentaba.

Agradezco a mi mamá por su lucha incondicional, por ser mi motivación todos los días, por haber estado presente a pesar de la distancia, por su amor maravilloso y por haber depositado su confianza en mí , sin duda alguna esto no hubiera sido posible sin su apoyo inquebrantable en todo momento.

Mis tíos Manuel, Micho y mis tías Adela, Maribel y Flor por haberme abierto la puerta de sus hogares y haberme hecho sentir en familia, gracias por siempre tener un alimento para mí al llegar de clases y una palabra de motivación para continuar con el objetivo propuesto, ustedes fueron parte fundamental en mi camino universitario.

Mi mejor amiga, colega y compañera de aventuras Dora por las risas, lágrimas y anécdotas que fueron parte de esta travesía, gracias por el apoyo brindado en cada momento difícil que se nos presentó en el camino, pero que juntas a pesar las circunstancias supimos sobrellevar.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis hermanos, amigos, primas, cuñadas, sobrinos, tíos que fueron parte de este camino con un mensaje, una palabra de motivación, tesoro en mi corazón su invaluable amor y apoyo en este camino de mi vida.

Con alegría y gratitud celebro este logro académico que sin duda alguna deja en mí muchos recuerdos y aprendizajes maravillosos.

Zamira Gracia

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO	TEMA DE PROYECTO DE TITULACIÓN
2024	CANGÁ ESTRADA DORA ELOISA GRACIA GUAGUA ZAMIRA BEATRIZ	ING. VÍCTOR DAVID LARCO TORRES	" IMPLEMENTACIÓN DE LA PASARELA INTELIGENTE IOT 2040 DE SIEMENS PARA EL MONITOREO DE LA PLANTA MPS PA COMPACT WORKSTATION DE FESTO "

El presente proyecto tiene como objetivo la implementación de un sistema de monitoreo para la planta MPS PA Compact Workstation de FESTO, el cual mediante la conexión del PLC y el módulo IoT 2040 se establece una comunicación que permite adquirir datos de la planta para poder almacenarlos en la nube, de forma que se obtenga un sistema que lea, procese y envíe automáticamente protocolos de comunicación y la conexión a Internet, para facilitar la actualización de cualquier planta a la Industria 4.0 mediante el Internet de las Cosas.

MPS PA Compact Workstation es una planta piloto, fabricada por la empresa alemana FESTO, la cual permite estudiar hasta cuatro procesos (cuatro lazos cerrados de control): Control de nivel, control de temperatura y control de presión; cuenta con un PLC que se encarga de recibir las indicaciones, leer información y enviar datos obtenidos es la pieza clave dentro del funcionamiento de la planta.

La intención de implementación es que en la nube se pueda almacenar datos en tiempo real de un proceso el cual genera una mejor producción industrial.

Palabras Claves: PLC, Nube, IoT, Presión, Nivel, Temperatura.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	PRJ. DIRECTOR	SUBJECT
2023	CANGA ESTRADA DORA ELOISA GRACIA GUAGUA ZAMIRA BEATRIZ	ING. VICTOR DAVID LARCO TORRES	" IMPLEMENTATION OF THE SIEMENS IOT 2040 INTELLIGENT GATEWAY FOR THE MONITORING OF THE FESTO MPS PA COMPACT WORKSTATION PLANT "

The objective of this project is the implementation of a monitoring system for the MPS PA Compact Workstation plant of FESTO, which through the connection of the PLC and the IoT 2040 module establishes a communication that allows to acquire data of the plant to be able to store it in the cloud, so that a system that reads, automatically process and send communication protocols and Internet connection, to facilitate the upgrade of any plant to Industry 4.0 through the Internet of Things.

MPS PA Compact Workstation, a pilot plant, manufactured by the German company FESTO, which allows the study of up to four processes (four closed control loops): Level control, temperature control and pressure control; It has a PLC that is responsible for receiving the indications, reading information and sending data obtained is the key piece in the operation of the plant. The intention of the implementation is that real-time data of a process can be stored in the cloud, which generates better industrial production.

Keywords: PLC, cloud, IoT, pressure, level, temperature.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN..	
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	
DEDICATORIA.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
AGRADECIMIENTO.....	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE GENERAL	
INTRODUCCIÓN	1
1.REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	13
4. CONCLUSIÓN	16
5. RECOMENDACIONES	17
6. referencias bibliográficas.....	18

INTRODUCCIÓN

1.REVISIÓN DE LA LITERATURA

Planta MPS.PA Compact Workstation

La planta MPS.PA es de tipo modular y permite simular procesos con 4 variables, las cuales son adquiridas por un controlador lógico Simatic S7-300. Dichas variables son captadas por señales analógicas continuas de tensión en un rango de 0-10 VDC. Adicionalmente se pueden demostrar las características de las diferentes formas de medición, incluso la incertidumbre de medida que puede tener cada uno de los sensores. (Espinoza, 2016)

Para una operación amigable, la planta cuenta con una interfaz gráfica (HMI) de tipo confort, la cual está destinada a procesos con un nivel grafico más exigente. Es decir que en esta pantalla se visualiza el proceso en tiempo real y también se realiza la operación. (Bohórquez, 2018)

En la figura 1 se muestra la Planta MPS.PA Compact Workstation de FESTO.



Figura 1. Planta MPS. PA Compact Workstation de FESTO

Pasarela IOT 2040

La pasarela IOT 2040 es un PC industrial que ejecuta un sistema operativo basado en Linux, donde los programas que vienen instalados son Node-Red, Mosquitto, Servidor SSH y Galileo. (Espinoza, 2016)

Dicha pasarela IOT cuenta con dos puertos seriales que se pueden configurar en las capas físicas RS232, RS422 y RS485, también dos puertos ethernet independientes donde una de ellos se utiliza con una dirección IP estática para intercambiar datos con los dispositivos de automatización de la planta y un puerto DHCP que se utiliza para conectarse a internet debido a que las direcciones IP son dinámicas. (Bohórquez, 2018)

El sistema operativo en formato imagen se almacena en una tarjeta de memoria micro SD.

La pasarela IOT 2040 se monta sobre riel din como se muestra en la figura 2 a continuación.



Figura 2. IOT 2040

Node-Red

Es una plataforma de desarrollo de aplicaciones IOT creada por la empresa IBM, actualmente administrado por Node.js Foundation donde en la figura 3 se puede observar la distinción de su logotipo, siendo esta gratuita. (Gútiez, 2018)

La mayoría de dispositivos IOT cuentan con Node Red instalado y dicha plataforma es compatible incluso con dispositivos que actualmente están fuera del mercado, proporcionando como ventaja evitar costosas migraciones para conectar los procesos industriales a internet. (Autycom, 2020)

La planta MPS.PA cuenta con un controlador Simatic S7-300 versión 2.6 el cual esta discontinuado, pero eso no impide que Node Red pueda conectarse con dicho dispositivo ya sea a través de conexión multipunto (MPI) o de conexión ethernet (S7, TSAP). (Gútiez, 2018)

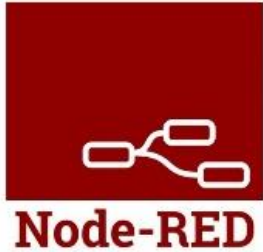


Figura 3. Representación gráfica del logo Node-Red (Circutor, 2020)

2. METODOLOGÍA

Este proyecto ofrece soluciones de TI industriales para la adquisición, procesamiento y transferencia de datos directamente en el entorno de producción. Se puede utilizar para conectar el proceso de producción a un análisis basado en la nube de la máquina y los datos de producción. (Siemens, 2017)

Se detalla en la figura 4 el diagrama de bloques de la transmisión de los datos.

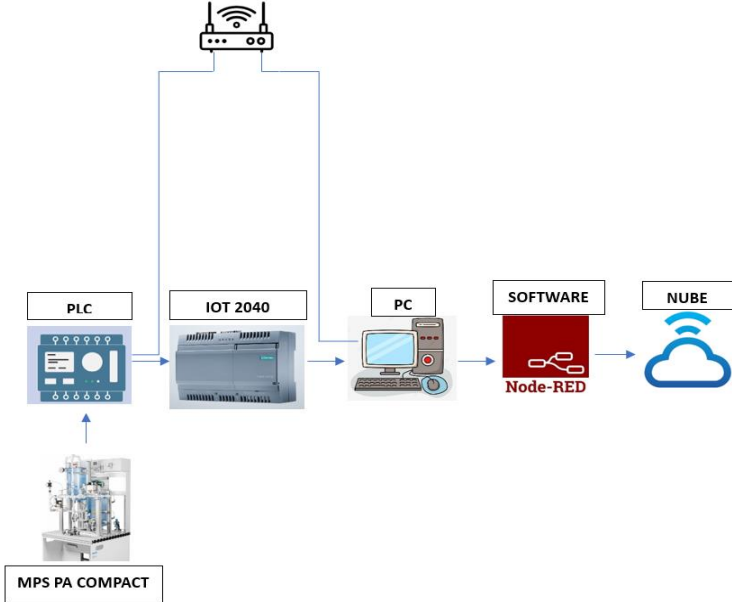


Figura 4. Diagrama de bloques

La implementación del proyecto se realizó en la planta MPS PA Compact de Festo ubicada en el laboratorio de Automatización Industrial 1 de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil , a la cual se le integró una pasarela inteligente IOT 2040 de Siemens , se utilizó este módulo ya que está montado sobre una plataforma de software libre como es Linux y a su vez Node-Red el cual es un lenguaje basado en Node Java List que es un entorno gráfico muy accesible que solamente arrastrando y soltando nodos, se pueden desarrollar pequeños flujos de datos para luego transportarlos a la nube. (RoHS, 2020)

Para la obtención de los datos se realizó la programación del PLC S7-300 que tiene dicha planta, utilizando el software TIA PORTAL V18 el cual se puede visualizar en la figura 5.

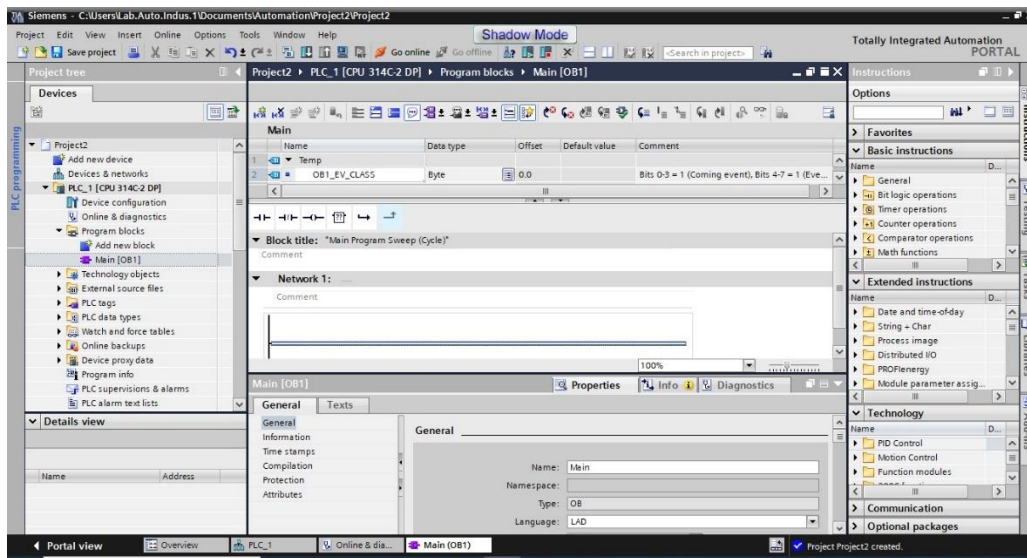


Figura 5. Software TIA PORTAL V18

Para la comunicación entre en PLC de planta y el IOT 2040 se realizó una secuencia de pasos.

El requisito para utilizar IOT 2040 con el sistema operativo Linux es una tarjeta micro SD con capacidad de almacenamiento desde 8 GB A 32 GB , entonces el primer paso es configurar dicha tarjeta con la imagen proporcionada a través del soporte en línea de la industria de siemens como se observa en le figura 6.

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109741799> . (Siemens, 2017)



Figura 6. Descarga de imagen del sistema operativo

Se inserta la tarjeta SD a la computadora para empezar con dicha instalación donde se despliega una ventana de inicio a la instalación la cual se observa en la figura 7.

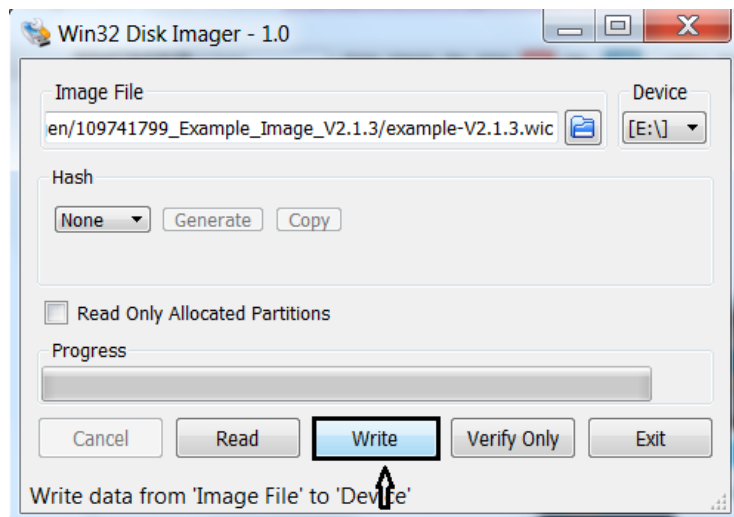


Figura 7. Instalación de la imagen a la tarjeta SD del IOT 2040

Una vez completada la instalación de la imagen del sistema operativo en la tarjeta SD como segundo paso es insertar la tarjeta SD a la ranura del IOT 2040 la cual se observa en la figura 7.

Posterior a la instalación de la imagen en la tarjeta SD, se le da energía al dispositivo desde la fuente de 24 VDC. El dispositivo tiene un tiempo de arranque y la confirmación del fin de ese proceso la indica un led (SD) que se va a mostrar intermitente tal cual se muestra en la figura 8.



Figura 8. Estructura interna y externa del IOT 2040

Se realizó la conexión ethernet entre el router de la planta, el IOT 2040 y el dispositivo de la computadora como se observa en la figura 8 para el desarrollo de lo propuesto.



Figura 9. Comunicación ethernet entre los dispositivos

Posteriormente se conecta el IOT 2040 a través de un servidor SSH con el software Putty para las configuraciones de las direcciones IP.

La dirección IP de fabrica del dispositivo IOT es 192.168.200.1, la cual luego fue reemplazada por 172.18.179.167 (puerto 1). El puerto 2 tiene una configuración de fábrica de direccionamiento dinámico.

Se puede observar dicha ventana del software Putty en la figura 9.

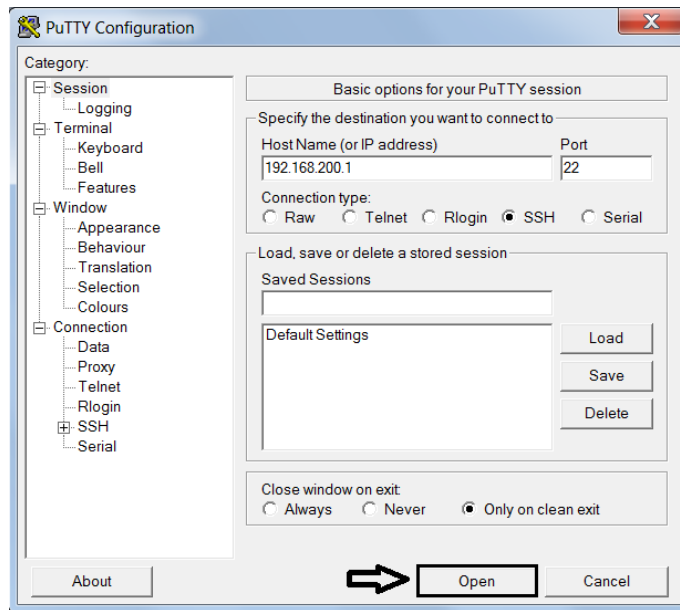


Figura 10. Ventana del software Putty

Para poder configurar la dirección IP, se debe acceder al servidor SSH con el Login “root” y escribiendo una contraseña, en caso en blanco.

La dirección IP se ajusta a través de los comandos mostrados a continuación en la figura 10.

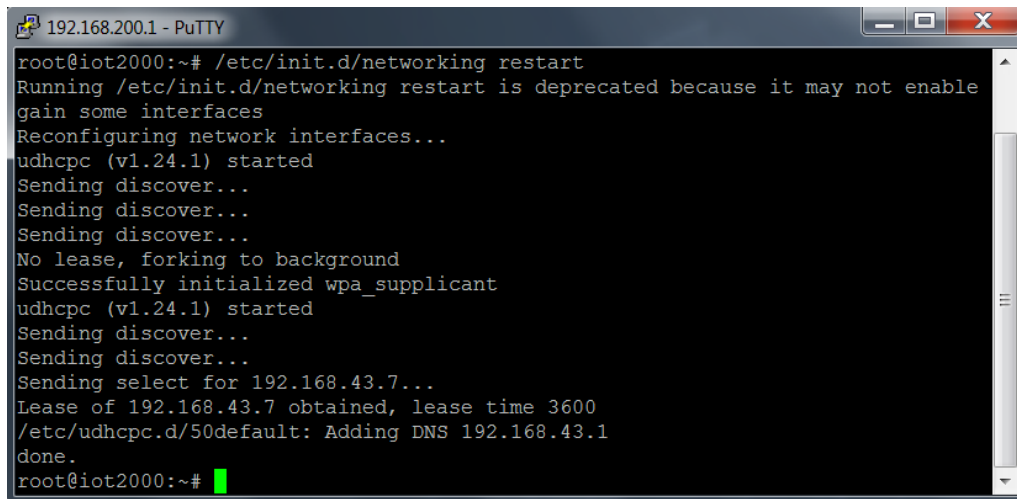


Figura 11. Ventana CDM de comandos

A continuación, se ejecuta Node Red en un navegador web (Google Chrome) o el de su preferencia y esta se la observa en el figura 12.

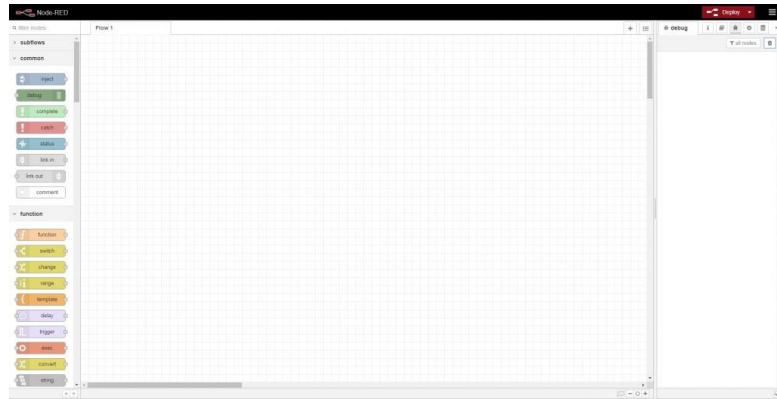


Figura 12. Vista de Node-Red

Se obtiene dos pantallas distintas como se observa en la figuras 13 y 14, una en el cual, se va a desarrollar el programa que tiene una interfaz basada en flujo, y la otra es una pantalla de Dashboard donde muestra todo lo que se ha programado que es netamente de visualización.

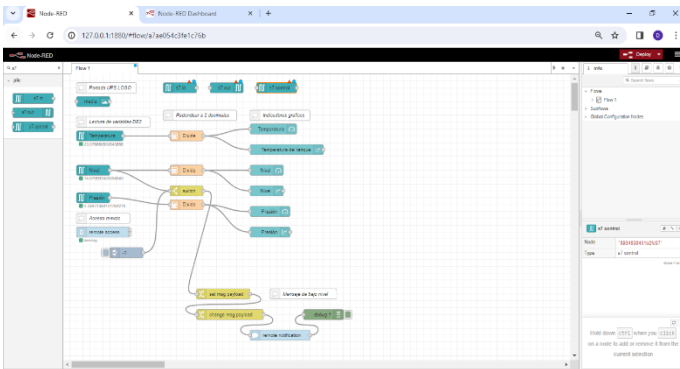


Figura 13. Pantalla de interfaz de flujo

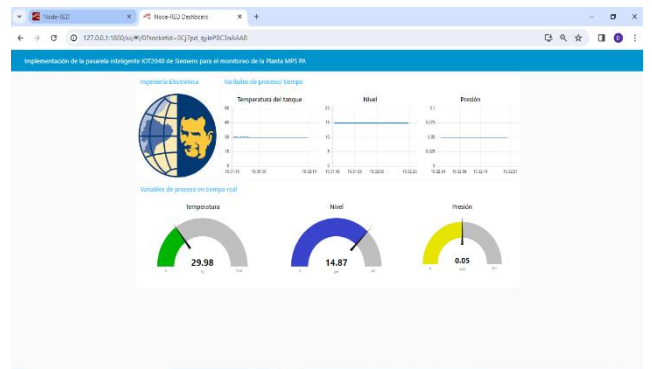


Figura 14. Pantalla Dashboard

Luego se agrega nodos que corresponden a la categoría S7, donde se visualiza S7 in, S7 out y S7 control. Como el proceso se basa solo en lectura S7 y permite captar todas las señales es decir Temperatura, Nivel y Presión como se pueden observar en la figura 15.

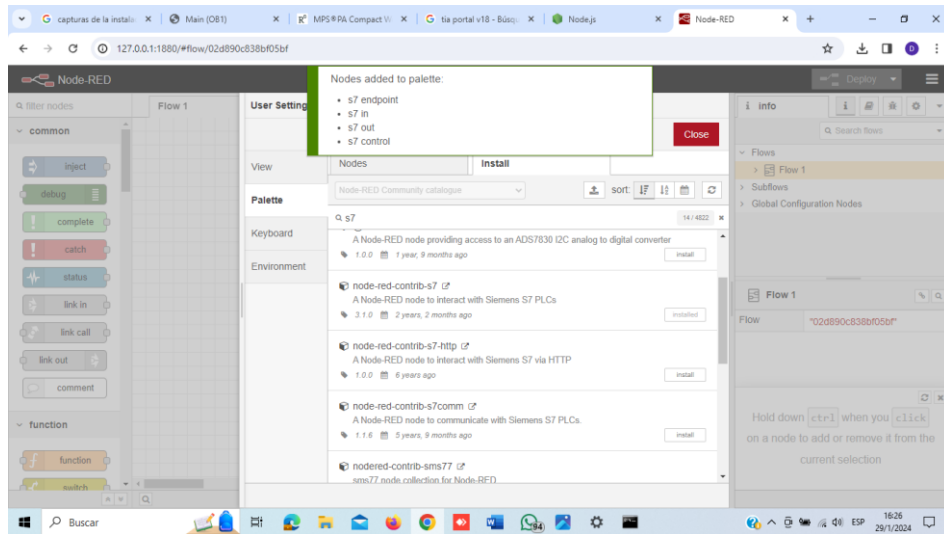


Figura 15. Instalación de Nodos

En estos nodos se crea el PLC, para esto se agrega su dirección IP, el puerto, el rack y el slot. Posterior a esto se inserta las variables que son de tipo analógica que se observan en la figura 16, el cual para esto se debe crear un bloque de datos individual el cual está hecho en TIA PORTAL.

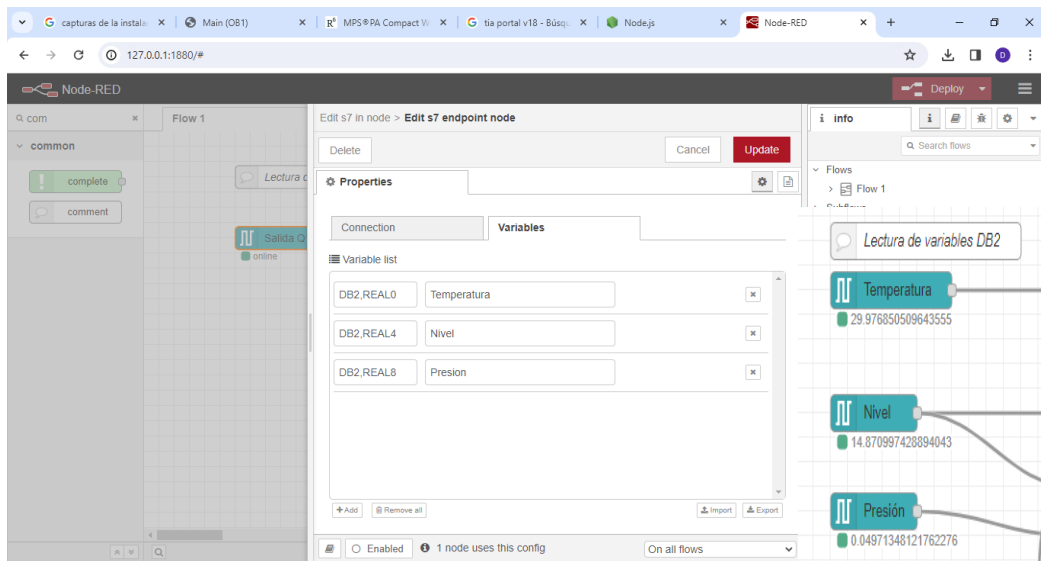


Figura 16. Variables Analógicas

Luego lo que se realiza con cada nodo S7 in es seleccionar cual es la variable que yo quiero leer, para esto también se implementa un nodo calculador el cual se visualiza en la figura 17 que es para redondear las cantidades a leer ya que por defecto se visualizan con muchos decimales y esto no es muy amigable.

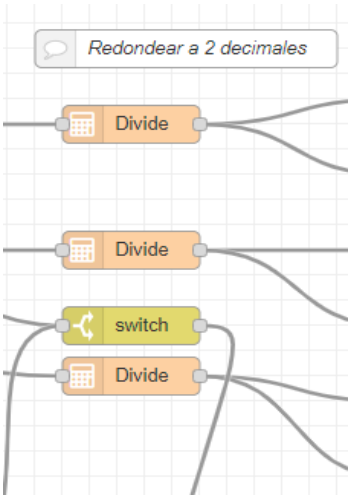


Figura 17. Nodos Calculadora

Después se representa en formato gauge que es un formato circular donde se le asigna colores a cada uno de los límites la cual contemplamos en la figura 18, la unidad en la que se va a expresar que en este caso es °C así con cada uno de ellos y adicional también se agrega un gráfico en función del tiempo que es una curva dependiendo los rangos que se vayan a manejar se configura el eje Y y eje X.

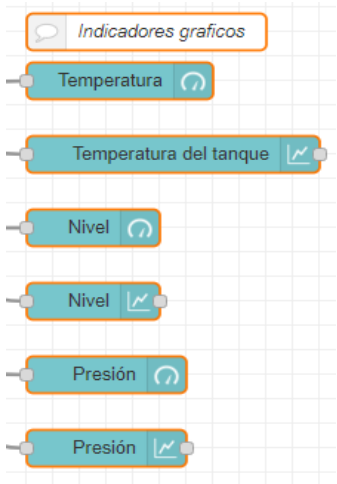


Figura 18. Nodos gauge y chart.

A continuación, se implementa el nodo remote-access a la cual se le agrega un nombre, la base url es "ui" para que me dirija directamente al dashboard y al dar click en "Connect Remote-RED App" donde se genera un código QR que se visualiza en la figura 19 el cual se digitaliza con la misma aplicación para poder acceder a ella desde cualquier parte del mundo.

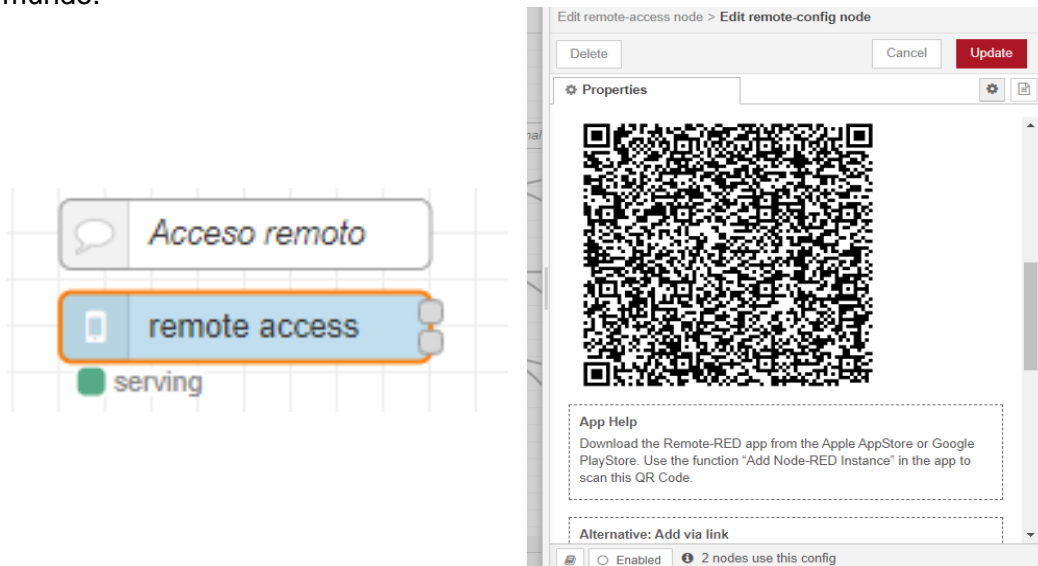


Figura 19. Nodo remote-Access y código QR

Por último, se tiene algo adicional que en este caso son las notificaciones las están ligadas al Remote Red, se implementa el nodo switch mediante el cual envía un valor cuando el nivel sea menor a 0, en este caso él va a setear un dato de tipo streaming que es un texto donde se notifica que el nivel es bajo. Dicha configuración de nodos se visualiza en la figura 20.

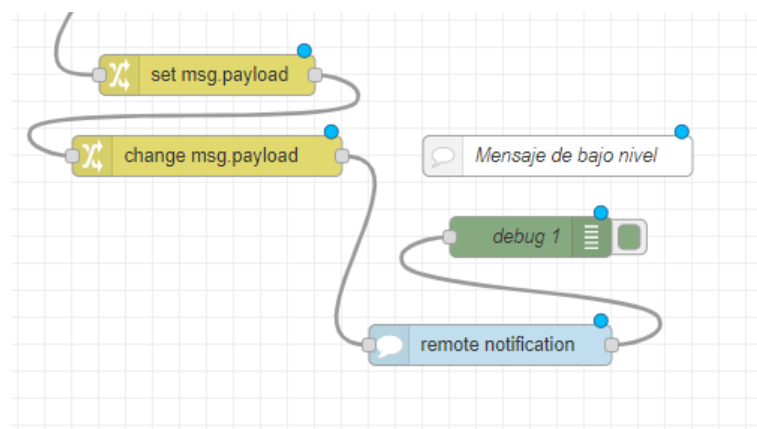
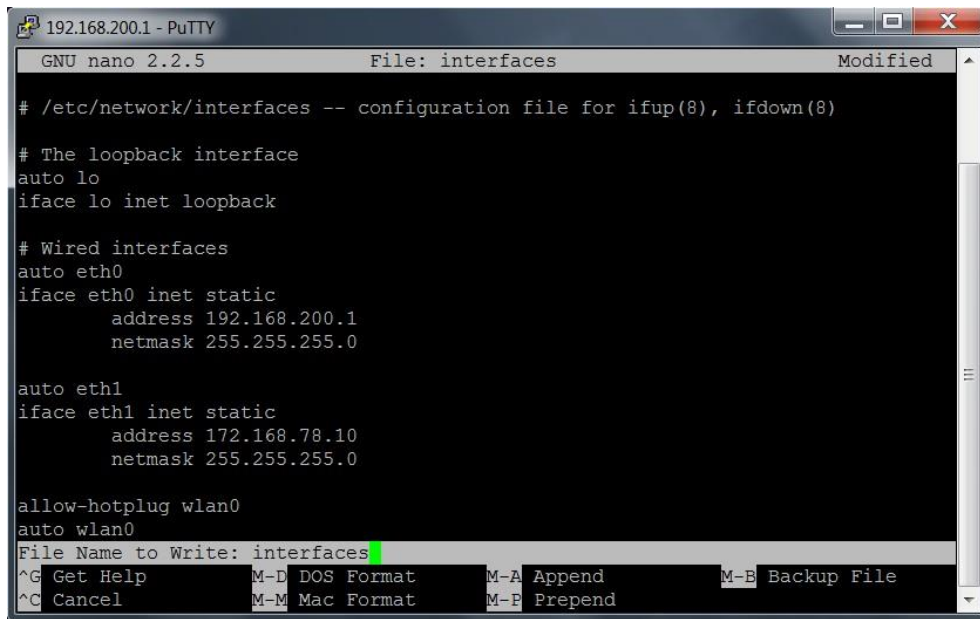


Figura 20. Tipología del nodo Switch

3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se instala y parametriza la pasarela IOT 2040 para la comunicación del PLC la planta y así poder obtener lectura y envío de datos a la nube, la cual se visualiza en la figura 21 .



```
192.168.200.1 - PuTTY
GNU nano 2.2.5 File: interfaces Modified
# /etc/network/interfaces -- configuration file for ifup(8), ifdown(8)
# The loopback interface
auto lo
iface lo inet loopback
# Wired interfaces
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.200.1
    netmask 255.255.255.0
auto eth1
iface eth1 inet static
    address 172.168.78.10
    netmask 255.255.255.0
allow-hotplug wlan0
auto wlan0
File Name to Write: interfaces
^G Get Help      M-D DOS Format  M-A Append     M-B Backup File
^C Cancel        M-M Mac Format  M-E Prepend
```

Figura 21. Vista de software Putty

También se realizó la configuración de la IP del PLC dentro del IOT para tener comunicación entre ellos como se observa en la figura 22.

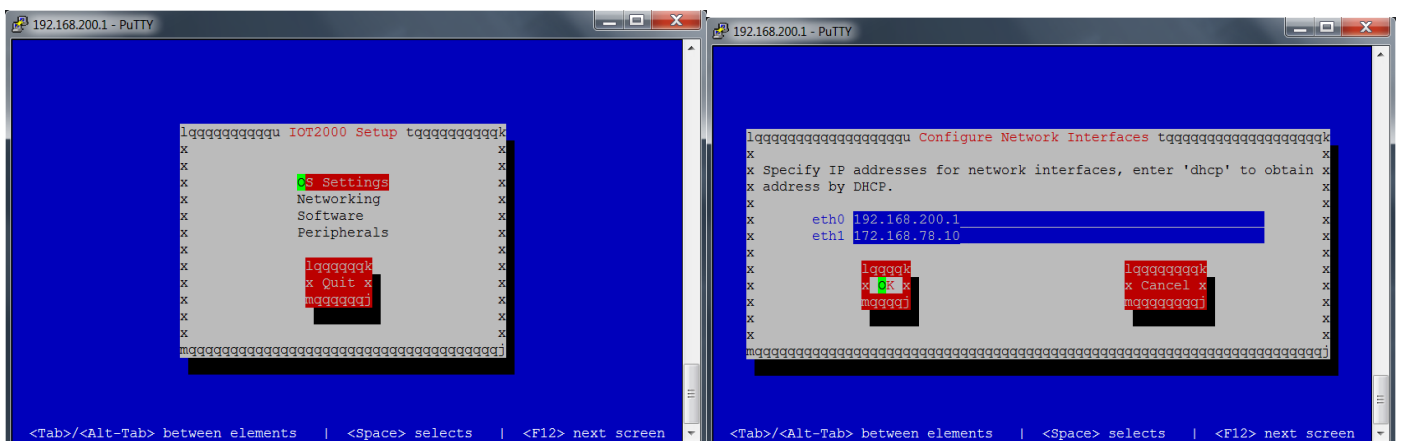


Figura 22. Ventana en PUTTY de configuración de IP del PLC en el IOT

Se desarrollo el algoritmo en Node-Red para leer los datos de nivel , temperatura y presión de la planta MPS PA Compact de FESTO el cual se observa en la figura 23

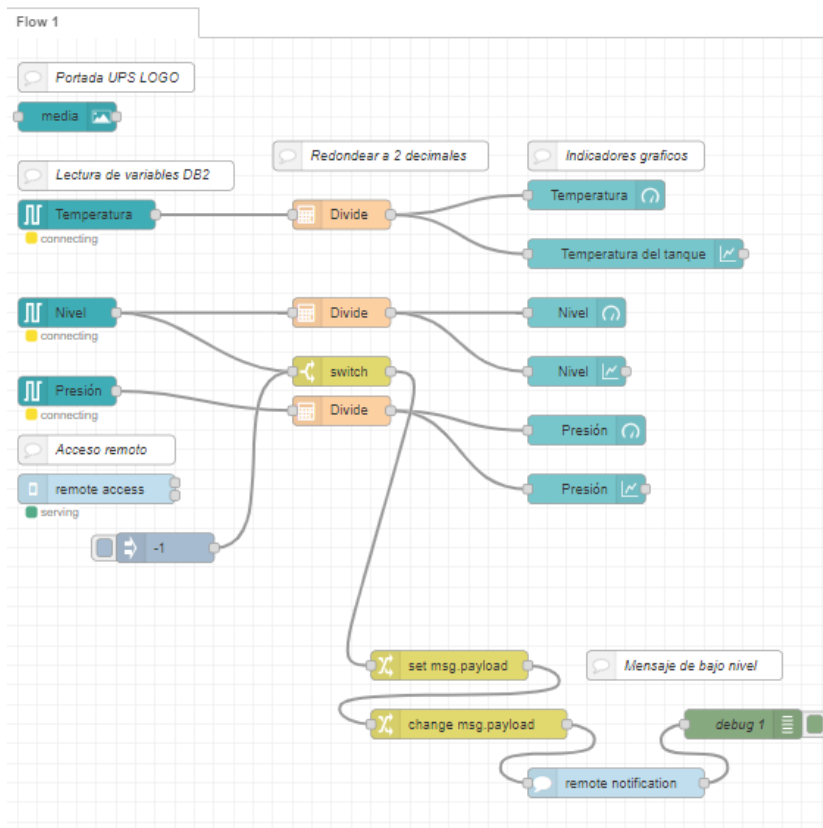


Figura 23. Algoritmo de nodos

Se visualizan los datos en tiempo real, adquiridos de la planta en la nube a través del dashboard del Node-Red la cual se observa en la figura 24.

Implementación de la pasarela inteligente IOT2040 de Siemens para el monitoreo de la Planta MPS PA

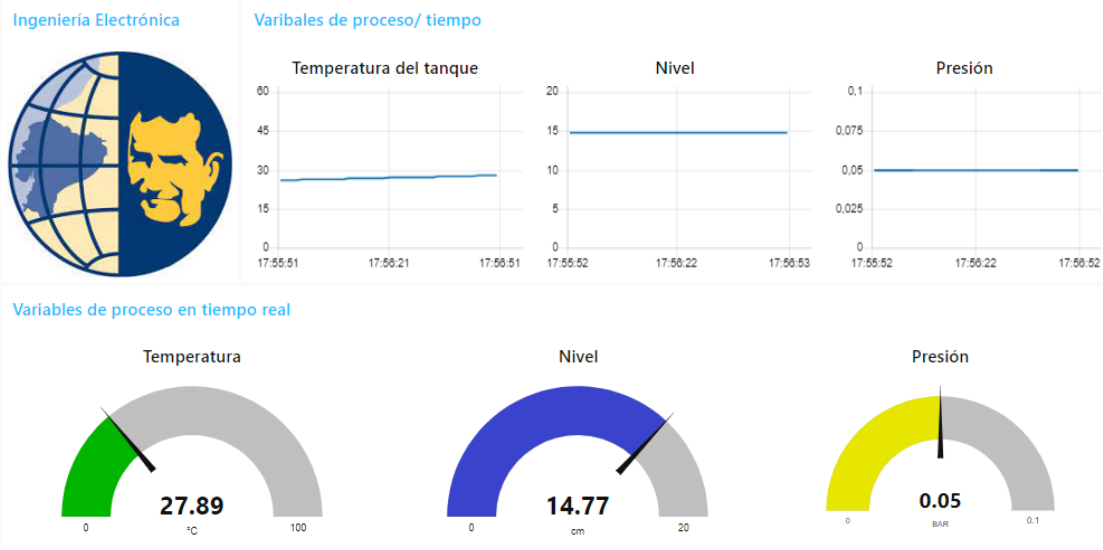


Figura 24. Dashboard

Se visualiza la similitud de datos de la planta en tiempo real con diferentes medios, los cuales se observan en la figura 25, 25 y 27.

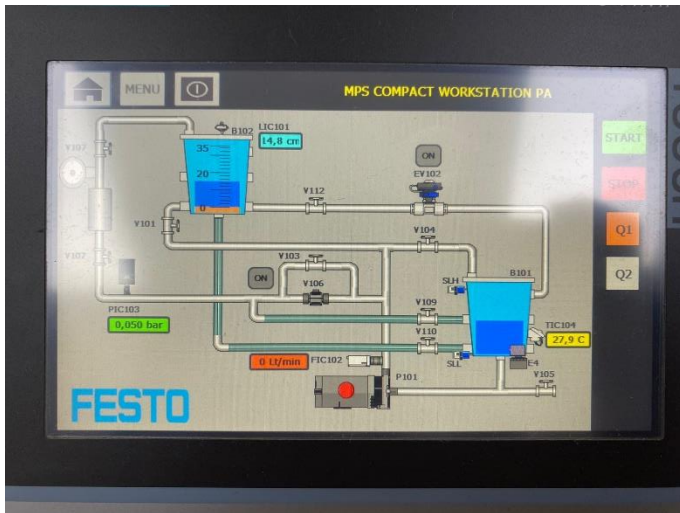


Figura 25. Pantalla HMI de la planta



Figura 26. Tanque 1 de la planta



Figura 27. App Remote-Red

4. CONCLUSIÓN

Se instaló y parametrizó el IOT 2040 para poder conseguir la configuración del módulo y se pueda obtener el sistema operativo actualizado del Node-Red.

Se realizó el enlace de comunicación entre el IOT 2040 y el PLC, para que el IOT tenga asignada la dirección IP del PLC y se puedan leer los datos reales de la planta.

Se desarrolló el algoritmo en Node-Red en el cual se logró leer las variables de presión, nivel y temperatura de la planta.

Se logró la visualización de las variables de nivel de agua, temperatura del agua y presión de la bomba a través del nodo “dashboard” que, con varios indicadores gráficos, como los tipos gauge y chart.

5. RECOMENDACIONES

Una de las limitantes del IOT 2040 es su velocidad y su memoria RAM es decir que cuando se requiera instalar nuevos nodos se debe de parar el proceso y esperar tiempos que pueden llegar a ser extensos y en algunos casos también experimentar con el reinicio propio del equipo debido a la saturación del mismo, razón por la cual se recomienda en futuros proyectos utilizar la versión IOT2050.

También se recomienda que para la instalación y parametrización de la pasarela IOT 2040 se esté conectado a un punto de internet con mayor ancho de banda disponible.

Se recomienda, calibrar los sensores de la planta para mejorar la presión de la bomba, y la medición del nivel de agua en el tanque 1.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autycom. (2020). SIMATIC IOT2040: la pasarela de IoT industrial. Obtenido de <https://www.autycom.com/simatic-iot2040-la-pasarela-de-iot-industrial/>
- Bohórquez, J. C. (2018). Control remoto de planta piloto Compact Workstation FESTO en el marco del desarrollo de laboratorios remotos. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/327564949_Control_remoto_de_planta_piloto_Compact_Workstation_FESTO_en_el_marco_del_desarrollo_de_laboratorios_remotos
- Circutor. (2020). Node-RED, La Herramienta De Programación Visual Para El Internet Of Things. Obtenido de <https://www.pickdata.net/es/noticias/node-red-programacion-visual-iot>
- Espinoza, J. J. (2016). CONTROL REMOTO DE PLANTA PILOTO COMPACT WORKSTATION FESTO, UNA PROPUESTA DE LABORATORIOS REMOTOS. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/448c3e63-53fa-45dc-b6bd-607109baf4fb/content>
- Gútiérrez, I. (2018). SIMATIC IoT2040 – La pasarela inteligente de Siemens. Obtenido de <https://programacion-siemens.com/simatic-iot2040-la-pasarela-inteligente-de-siemens/>
- RoHS. (2020). Gateway IoT Siemens IoT2040, CPU Intel Quark x1020 (x86 400 MHz) con funciones de seguridad, 1GB, 256kB, 8 FLASHMB DDR3. Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/gateways-iot/1244038>
- Siemens. (2017). Setting up the SIMATIC IOT2000. Obtenido de file:///C:/Users/SEICER/Downloads/SIMATIC_IOT2000_Setting_up_V2.0.pdf