

PANEL DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO DE UN PROCESO INDUSTRIAL UTILIZANDO LA PLATAFORMA UBIDOTS Y NODE-RED

REMOTE MONITORING AND CONTROL PANEL OF AN INDUSTRIAL PROCESS USING THE UBIDOTS AND NODE-RED PLATFORM

Carmen Liliana Reino Cuji ^{1*}

¹ Investigador externo. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización. Riobamba, Chimborazo Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9588-3886>. Correo: carmen.liliana.reino.cuji@gmail.com

Diego Ramiro Ñacato Estrella ²

² Ingeniero en electrónica control y redes industriales. Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial. Docente. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7233-9076>. Correo: diego.nacato@esepoch.edu.ec

César Augusto Parra Logroño ³

³ Investigador externo. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2274-1438>. Correo: cesarparra728@gmail.com

Wiliam Danilo Conde Silva ⁴

⁴ Investigador externo. Carrera de Ingeniería Industrial. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0363-6496>. Correo: wiloconde@hotmail.com

* Autor para correspondencia: carmen.liliana.reino.cuji@gmail.com

Resumen

En el presente documento se realiza la simulación de un proceso industrial mediante el uso de software de simulación en 3D y el programa para simular un Controlador Lógico Programable (PLC), además de las plataformas de Node-Red y Ubidot para el monitoreo y control de las variables, donde es necesario partir de la programación de llenado y vaciado del tanque implementado en los simuladores, luego se conecta a Node-Red a través de la comunicación S7. Finalmente, los datos adquiridos de Ubidots se transfieren a otro Node-Red y a su vez, a la plataforma del mismo.

Palabras clave: simulación; Node-Red; Ubidots; IoT; Dashboard; widgets.

Abstract

In this document, the simulation of an industrial process is carried out through the use of 3D simulation software and the program to simulate a programmable logic controller (PLC), in addition to the Node-Red and Ubidot platforms for monitoring and control of the variables, where it is necessary to start from the programming of filling and emptying the tank implemented in the simulators, then it is connected to Node-Red through S7 communication. Finally, the data acquired from Ubidots is transferred to another Node-Red and that in turn to the platform of the same.

Keywords: simulation; Node-Red; Ubidots; IoT; Dashboard; widgets.

Fecha de recibido: 28/11/2022

Fecha de aceptado: 11/01/2023

Fecha de publicado: 26/01/2023

Introducción

El desarrollo de los sistemas de automatización industrial, a lo largo de los años ha provocado la implementación de nuevos métodos de adquisición de datos y señales para controlar y monitorizar las variables de interés, hoy en día el internet juega un papel muy importante en muchas industrias, ya que permite la ejecución y el control de múltiples procesos (Ruelas, 2000). Node red aparece como una alternativa para la creación de aplicaciones que posibilita la activación de eventos mediante internet basadas en Java Scrip (Lekić & Gardašević, 2018), además de ser utilizado por empresas líderes como PayPal y Netflix.

En el Ecuador hay varios sitios donde se ha utilizado sistemas de monitoreo en la nube, uno de los casos es la Universidad Politécnica Salesiana con sede en Cuenca en donde se ha realizado la implementación de un sistema de monitoreo para el control de la planta b del laboratorio LACTI de la Universidad Politécnica Salesiana – UPS a través de servicios en la nube (Tabaa et al., 2018). Así también en el 2021 Espinoza y Orellana en su tema Desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control basadas en IOT a través de la plataforma Ubidots. Aplicaciones a sistemas de automatización bajo entornos de simulación, mencionan a las herramientas de IOT como una técnica de trabajo en función de administración y seguridad, describiendo los factores del “IoT” (Tabaa et al., 2018).

Actualmente se propone la interfaz en la nube para reemplazar a la conocida HMI (Interfaz humano-máquina), debido a las constantes actualizaciones de la empresa, muchos dispositivos industriales se ven en la necesidad de migrar sus aplicaciones al entorno de red en la nube y ser controlados remotamente desde cualquier lugar del mundo, por ello se realiza el presente trabajo que muestra una alternativa de funcionamiento en la Nube, realizando un *dashboard* para el monitoreo remoto de un proceso en el *software* de simulación instalado en el computador.

Materiales y Métodos

Este trabajo prevé de alternativas para el intercambio de datos a los investigadores y desarrolladores en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

A. Simulación industrial en 3D

El programa es una simulación de fábrica en 3D donde los estudiantes pueden aprender sobre diferentes tipos de automatización. Diseñado para ser fácil de usar, permitiendo crear rápidamente fábricas virtuales usando una variedad de materiales industriales comunes. El software incluye muchas fábricas inspiradas en aplicaciones industriales comunes, con dificultades que van desde principiantes hasta expertos en automatización (Gómez & Correa, 2011).



Figura 1 Software de simulación de procesos industriales en 3D.

B. Node-RED

A inicios del 2013, Nick-O'Leary y Dave Conway-Jones del equipo de Servicios Técnicos crearon Node-RED. Al principio, era solo una prueba de concepto (PoC) para ayudar a visualizar y comprender el mapeo de temas cruzados. Usaron Message Queuing Telemetry (MQTT) para dispositivos móviles, pero rápidamente se convirtió en una herramienta muy popular que se puede ampliar fácilmente para diferentes aplicaciones (Kodali & Anjum, 2018).

Además, proporciona un editor de flujo basado en navegador para conectar fácilmente flujos usando diferentes nodos de paleta. Luego implemente el flujo en tiempo de ejecución con un solo clic. Las funciones de JavaScript se pueden crear en el editor utilizando el editor de texto enriquecido. Las bibliotecas integradas le permiten almacenar funciones, plantillas o procesos útiles para su reutilización (Chaczko & Braun, 2017).

JSON: Es un formato de texto que es completamente independiente del idioma, pero utiliza convenciones familiares para los programadores, que incluyen: C. Java JavaScript Pearl Python, entre otros.

Nodo: Un nodo es una pieza de código Node.js que envía y recibe eventos; cada evento se configura con un número de entrada y cualquier número de puertos de salida (Baig et al., 2021). Cada evento puede enviar múltiples mensajes enviados por cada nodo y cada mensaje recibido en cada ejecución. Los nodos se dividen

en cuatro categorías según el número de puertos de entrada y salida "E/S" que son Nodos de Entradas, Nodos de Salida, Nodos Intermedios y Nodos de configuración (Ahmadpanah et al., 2021).

C. Ubidots

Es una plataforma de IoT gratuita que permite crear aplicaciones, visualizar y procesar datos desde la nube en tiempo real. Cuenta con encriptación de datos y con soporte TLS/SSL, enviando y recibiendo datos desde la nube, visualiza y procesa esos datos en tiempo real. Posee su propio *dashboard* con el que trabajaremos en este proyecto. Proporciona a cada usuario una clave API, que se utiliza como identificación de autenticación cuando los datos del sensor se transfieren a la nube, por lo que, cada usuario puede registrar datos, hasta 30.000 registros gratuitos por mes. Maneja los 4 términos necesarios para procesar datos en la nube: fuente de datos, variable, valor y evento.

- Fuente de datos: Procesa un conjunto de información que incluye entidades, donde cada fuente de datos utiliza una o más variables.
- Variable: se refiere a un conjunto de datos que cambia con el tiempo.
- Valor: es el valor actual de la variable en un momento dado.
- Evento: Permite realizar una acción en un momento determinado. Le permite interactuar con cada elemento de Ubidot a través de su API para que cada elemento que representa se pueda crear, modificar o eliminar (Enciso & Vargas, 2018).

Los principales beneficios de la plataforma Ubidots son:

- La conexión del hardware con la nube y diversas bibliotecas.
- Configuración de variables de forma automática, configurable sus propiedades y su apariencia en los dispositivos para duplicar el proceso en nuevos dispositivos.
- Modificación de la API (Application Programming Interface) (Enciso & Vargas, 2018).
- Supervisión para el análisis de datos de las aplicaciones con integraciones API.
- Conversión de datos de origen nativos en información con variables sintéticas
- Diseño para cuadros de mando analizados en tiempo real para el análisis de datos y control en los dispositivos
- Mejora la función compartir datos con enlaces públicos o integrando cuadros de mando o widgets en aplicaciones web privadas y móviles.
- Asignación de permisos y restricciones para cualquier usuario que busque interactúe con los mandos, dispositivos y/o eventos (Putra & Risfendra, 2021).

D. Comunicación S7

Se utiliza para programar PLC, intercambiar datos entre PLC, acceder a datos del mismo desde sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) y para fines de diagnóstico. El primer byte siempre es 0x32 como identificador de protocolo. Los procesadores de comunicación especiales para la serie S7-1200 pueden utilizar este protocolo sin las capas TCP/IP (Belomonte, 2020).

El Protocolo S7, sienta las bases en las comunicaciones de Siemens, su puesta en funcionamiento Ethernet se basa en ISO TCP (RFC1006) que, por diseño, está orientado a bloques.

E. Controlador Lógico Programable (PLC)

Es una computadora industrial que se utiliza en procesos de automatización de ingeniería para ayudar a las máquinas a desarrollar eficientemente todos sus sistemas (Belomonte, 2020). En la figura 2 se observa un modelo de la familia siemens S7-1200 CPU 1214c ac/dc/relay, será utilizado para el desarrollo de este proyecto y sus especificaciones en la Tabla 1.



Figura 2 PLC siemens s7-1200 CPU 1214c ac/dc/relay.

Tabla 1: Especificaciones técnicas del PLC Siemens.

Datos técnicos	
Marca	Siemens
Modelo	CPU 1214c
Tensión de Alimentación	24v dc
Intensidad Entrada	0-20 mA DC

Proceso de desarrollo

Como se observa en la siguiente fig. 4 para realizar las conexiones es necesario crear un bloque de datos que contiene las variables a utilizar en el proceso, las variables se enviaran a Node-RED mediante el uso de las librerías de nodos de Snap 7, los datos los subimos a la nube mediante el protocolo MQTT y la librería del mismo Node-RED, por otra parte Ubidots maneja el protocolo MQTT Broker que permite la conexión remota con dispositivos digitales o remotos para el monitoreo en tiempo real de las mismas.

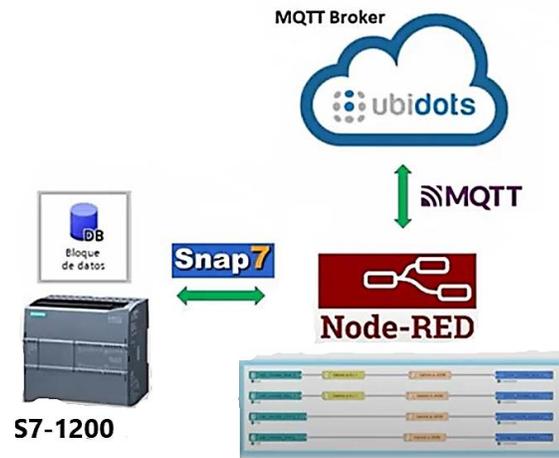


Figura 3. Esquema de conexión del proceso.

Configuración del adaptador virtual: En el panel de control configuramos el adaptador virtual, para lo cual es importante colocar el nombre y la dirección IP de la red a la que se desea conectar, se ingresa al sistema para ver a qué dirección se está conectando la computadora en la que se está trabajando, para verificar que elegimos nuestra tarjeta de red correctamente, ingresamos la máscara de red y el Gateway. Posteriormente se presiona el botón *start* mediante el adaptador *Ethernet* (Gasca & Mar, 2021).

Permitir el Acceso Remoto en el programa de simulación del controlador lógico programable: Estos PLC más nuevos ofrecen una versión "extendida" del Protocolo S7. Por lo tanto, son necesarios algunos pasos de configuración adicionales en el PLC: El "acceso optimizado a bloques" debe estar deshabilitado para las bases de datos a las que queremos acceder. En la sección "Protección" de las Propiedades de la CPU, active la casilla de verificación "Permitir acceso con PUT/GET" como se muestra en la Figura 4.

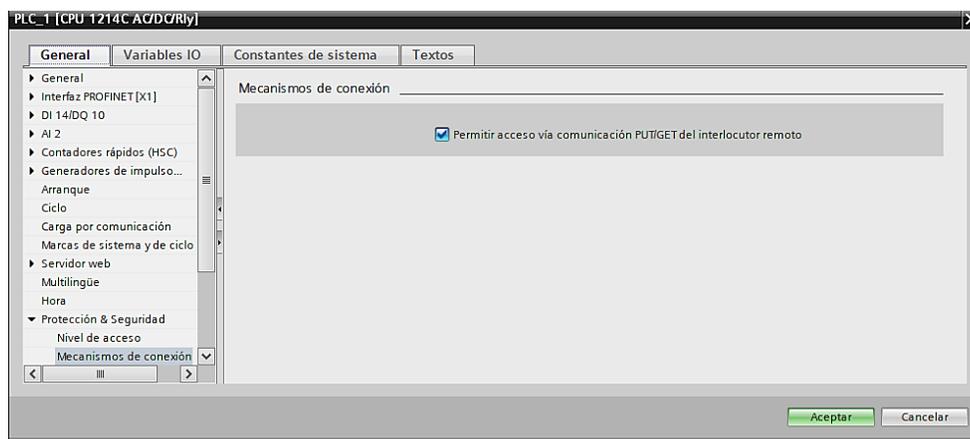


Figura 4 Ventana de configuración de PUT/GET.

Grafcet para el proceso de la carga y descarga de un tanque con control proporcional: El grafcet sirve como guía para poder saber cómo está estructurado el proceso ya que todo se desarrolló en lenguaje Ladder y bloques específicos de programación, pero este grafcet permite interpretar como funciona el sistema detrás de todo el proceso.

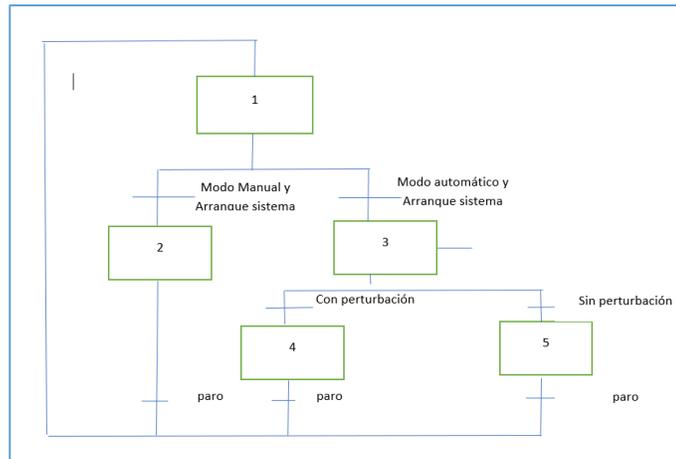


Figura 5. Grafcet del proceso de carga y descarga de un tanque con control proporcional.

Nodos S7 de Node-Red: Los nodos de un PLC se encuentran disponibles para descargar directamente del Node-Red. En estos nodos es necesario configurar la dirección del PLC que se esté usando, las variables disponibles, sus direcciones, y el tiempo de ciclo de lectura de las variables.

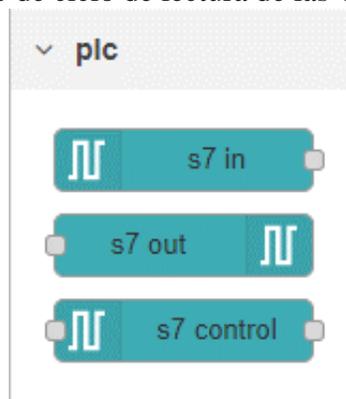


Figura 7. Nodos de un PLC.

Nodos para la comunicación con Ubidots: Este nodo de Node-Red se utiliza para interactuar con el servicio de Ubidots. En donde se publica y suscribe una o múltiples variables. También brinda la posibilidad de suscribir hasta 10 temas personalizados, la plataforma ayuda a potenciar las aplicaciones IoT y Cloud.

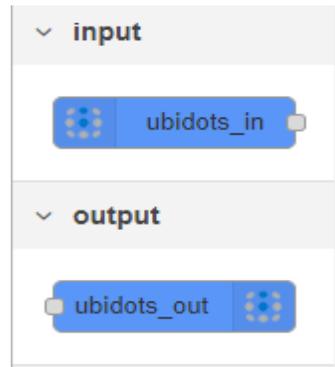


Figura 7. Nodos para la conexión con Ubidots.

Comandos para el uso de variables en Node-Red: En la página de Node-Red se puede acceder a varios ejemplos de *S7 Endpoint* como se muestra en la Figura 8 en las cuales se presentan las variables y sus direcciones correspondientes según el tipo de dato que se envíe desde el programa del controlador lógico programable.

Address	Step7 equivalent	JS Data type	Description
DB5, X0.1	DB5.DBX0.1	Boolean	Bit 1 of byte 0 of DB 5
DB23, B1 or DB23, BYTE1	DB23.DBB1	Number	Byte 1 (0-255) of DB 23
DB100, C2 or DB100, CHAR2	DB100.DBB2	String	Byte 2 of DB 100 as a Char
DB42, I3 or DB42, INT3	DB42.DBW3	Number	Signed 16-bit number at byte 3 of DB 42
DB57, WORD4	DB57.DBW4	Number	Unsigned 16-bit number at byte 4 of DB 57
DB13, DI5 or DB13, DINT5	DB13.DBD5	Number	Signed 32-bit number at byte 5 of DB 13
DB19, DW6 or DB19, DWORD6	DB19.DBD6	Number	Unsigned 32-bit number at byte 6 of DB 19
DB21, R7 or DB21, REAL7	DB21.DBD7	Number	Floating point 32-bit number at byte 7 of DB 21
DB2, S7.10 *	-	String	String of length 10 starting at byte 7 of DB 2

Address	Step7 equivalent	JS Data type	Description
I1.0 or E1.0	I1.0 or E1.0	Boolean	Bit 0 of byte 1 of input area
Q2.1 or A2.1	Q2.1 or A2.1	Boolean	Bit 1 of byte 2 of output area
M3.2	M3.2	Boolean	Bit 2 of byte 3 of memory area
IB4 or EB4	IB4 or EB4	Number	Byte 4 (0-255) of input area
QB5 or AB5	QB5 or AB5	Number	Byte 5 (0-255) of output area
MB6	MB6	Number	Byte 6 (0-255) of memory area
IC7 or EC7	IB7 or EB7	String	Byte 7 of input area as a Char
QC8 or AC8	QB8 or AB8	String	Byte 8 of output area as a Char
MC9	MB9	String	Byte 9 of memory area as a Char
II10 or EI10	IW10 or EW10	Number	Signed 16-bit number at byte 10 of input area

Figura 8. Comandos para S7 en Node-Red.

Traslación de variables del programa de controlador lógico programable a Node-Red: Para trasladar las variables a Node-red se utiliza snap 7. Para subir los datos a Node-Red se deshabilita las opciones de acceso optimizado al bloque y en el PLC, una vez realizado este proceso se transfiere hardware y software en el cual se crea una tabla de observación y forzado para añadir las variables que se desea enviar a Node-Red.

Panel de monitoreo y control remoto de un proceso industrial

Tabla de variables_1									
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Supervis...	Comentario	
START_SISTEMA	Bool	%I0.0							
STOP_SISTEMA	Bool	%I0.1							
ENCENDIDO_SISTEMA	Bool	%M1.0							
START_LIGTH	Bool	%Q0.1							
STOP_LIGTH	Bool	%Q0.0							
FILL_VALVE	Word	%QW100							
DISCHARGE_VALVE	Word	%QW102							
INPUT_FILL_VALVE	Word	%MW10							
INPUT_DISCHARGE_VALVE	Word	%MW12							
INPUT_FILL_VALVE_NORMAL	Real	%MD14							
INPUT_DISCHARGE_VALVE_NO...	Real	%MD18							
DATA_INPUT_FILL_VALVE	Word	%MW22							
DATA_INPUT_DISCHARGE_VALVE	Word	%MW24							
CONTROL_MANUAL	Bool	%M1.1							
CONTROL_AUTOMATICO_PID	Bool	%M1.2							
LEVEL_METER	Word	%W100							
LEVEL_METER_NORMAL	Real	%MD28							
LEVEL_METER_PANTALLA	Word	%QW106							
INPUT_SP	Word	%MW34							
SP_PANTALLA	Word	%QW104							
SENSOR_NIVEL_INFERIOR	Bool	%I0.2							
SENSOR_NIVEL_SUPERIOR	Bool	%I0.3							
TANQUE_VACIO	Bool	%Q0.2							
TANQUE_LLENO	Bool	%Q0.3							
ON_PID_NIVEL	Bool	%M1.3							
OFF_PID_NIVEL	Bool	%M1.4							
PID_NIVEL	Bool	%M1.5							
ON_PID_MANUAL	Bool	%M1.6							
OFF_PID_MANUAL	Bool	%M1.7							
PID_SET_MANUAL	Bool	%M2.0							

Figura 9 Tabla de variables.

Escenario de Node-Red con nodos: En el Node-Red se realiza la programación de las variables obtenidas del *software* que controla el PLC en un dashboard con los nodos anteriormente mencionados, a cada una de las variables se le asigna un indicador según el tipo de dato que se esté recibiendo.

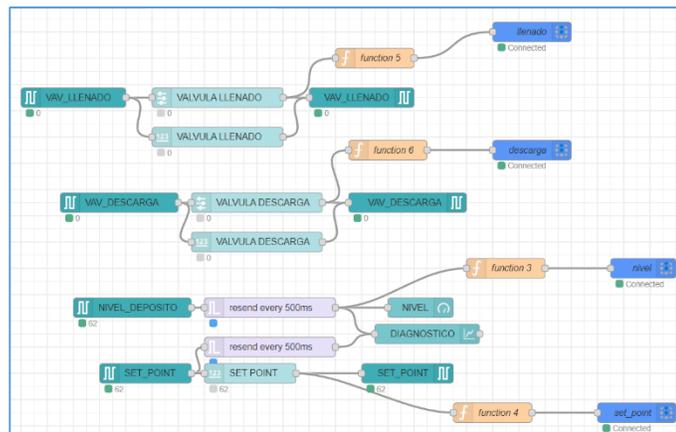


Figura 10. Programa en Node-RED

Asignación de la IP a los nodos: Una vez arrancado el *PLCsim advanced* se copia la dirección del servidor asignado y se pega en la opción *Address*; se verifica el puerto y también la creación de variables.

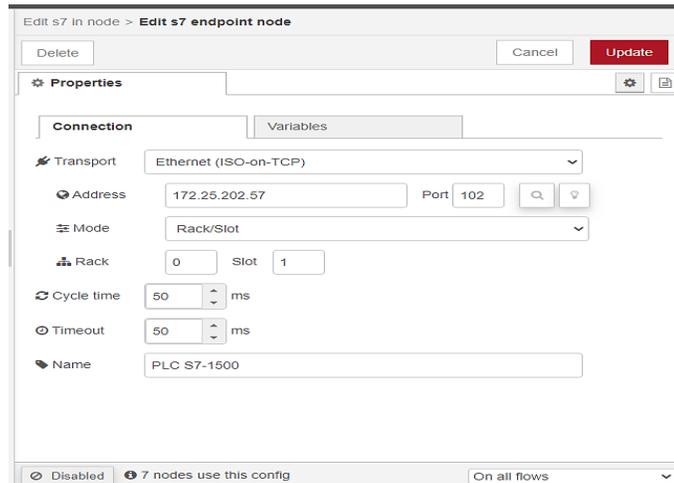


Figura 11. Configuración de la Ip Address en Node-red y sus parámetros.

Conexión entre Node-Red y Ubidots

Para hacer el uso de las variables y enviarlas a Ubidots se instala la librería nodes y se realiza las respectivas configuraciones para cada variable. En el bloque de *function* se realiza la programación conocida para el cambio al lenguaje JSON en donde se crean las variables que deseamos mostrar en Ubidots con el nombre asignado, en otras palabras, el valor que recibe al payload de entrada lo guarda en una variable y envía la variable y el dato a Ubidot en formato JSON (Ahmadpanah et al., 2021).

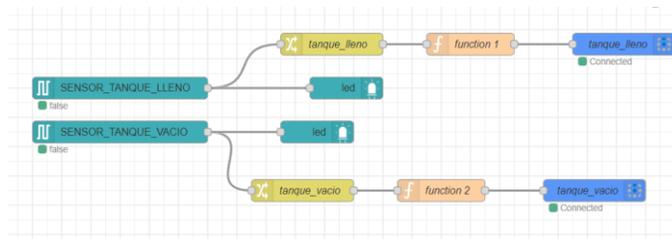


Figura 12. Conexión Node-Red y Ubidots.

Para el control de variables en la nube se utiliza los servicios en la nube de Ubidots para lo cual es necesario registrarse con una cuenta, en donde se sube los datos a la nube mediante el protocolo MQTT y haciendo uso de las librerías propias del programa. Una vez hecha la conexión la nube el protocolo MQTT Broker permite la conexión con dispositivos digitales, remotos.

En la figura 13 se muestra cada una de las variables con *widget* para monitoreo y control de datos, en los que se tiene los controles tanto manual como automático, el estado de nivel del tanque si se encuentra lleno o vacío, el *set point* para el llenado del tanque y la válvula de descarga, lo cual permitirá un control y monitoreo de manera remota, donde se enlaza las variables del PLC con las de la plataforma mediante un token de autenticación.

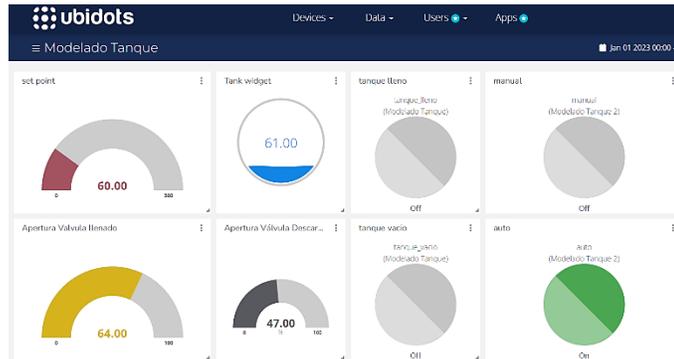


Figura 13. Entorno gráfico de Ubidots conectado a las variables creadas.

Resultados y discusión

Como resultado se tiene el proceso de un llenado de tanque con mando manual, automático y controlador PID para carga y descarga mediante los softwares programables, Node-Red y Ubidots como se visualiza en la figura 14.



Figura 14. Escenario del proceso de llenado y vaciado de un tanque simulado.

En la figura 15 se asignan las mismas direcciones del PLC al simulador 3D para una correcta conexión, entre las variables de pulsadores y sensores, así también como las entradas y salidas.



Figura 15. Entradas, Salidas del simulador 3D.

Pruebas de funcionamiento: A continuación, se realizó la prueba de funcionamiento de la plataforma de Node-Red y el escenario creado en el simulador 3D con el respectivo llenado del tanque en el cual se observa la lectura correcta de las variables, además de una gráfica que representa el comportamiento de carga y descarga del tanque.

Prueba en modo manual: El proceso tiene una primera parte en donde tenemos el control sombré las aperturas de las válvulas de carga y descarga del líquido como se observa se puede además tener el valor que toma cada apertura donde con un botón activamos esta función del proceso además contamos con un inicio y para del sistema que permitirá arranca nuestro sistema.

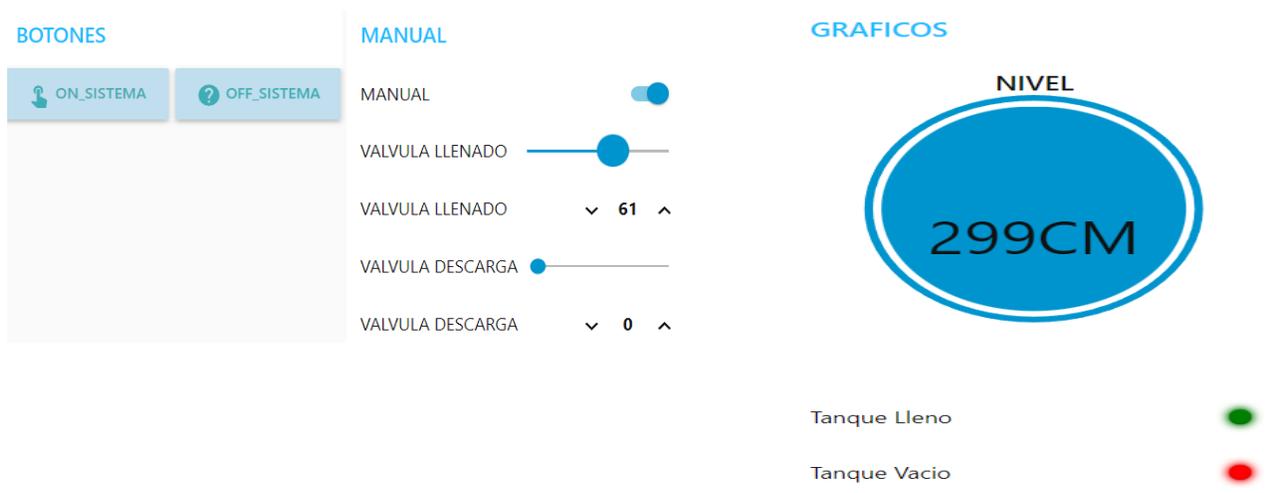


Figura 16. Modo manual en el dashboard de Node-Red.



Figura 17. Tanque en funcionamiento en modo manual.

Prueba en modo automático sin perturbación: El primer caso simplemente va a estabilizar en la consigna para esto las válvulas se abren para llegar al punto de consigna. Se puede observar que en segundos llegamos a nuestra consigna. El controlador está basado en un controlador proporcional este controlador asume que si el error es mayor a 0 cm de altura del tanque este activará las válvulas según el controlador lo ordene.

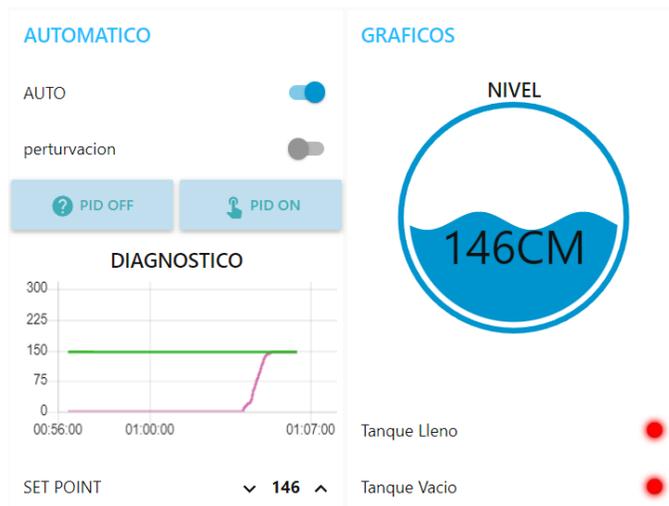


Figura 18. Control del tanque sin perturbación.

También se puede variar el valor de la consigna donde el nivel seguirá a la consigna hasta tener un error de cero.

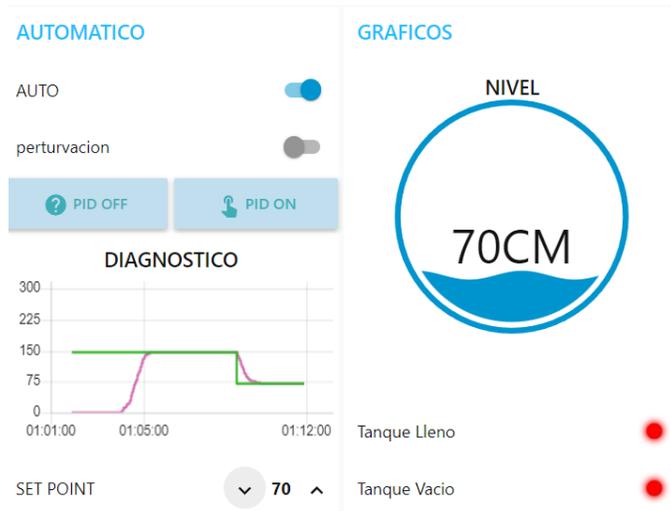


Figura 19 Variación de la consigna.



Figura 20. El agua llegando al nivel deseado.

Prueba del modo automático con perturbación: Al activar la perturbación el controlador solo tiene control de la llave de carga ya que la perturbación lo tenemos como válvula de descarga y para esto cuando decidimos poner la perturbación forzamos a nuestra válvula de descarga para poder generar la perturbación. Con ello podemos ver que nuestro controlador coloca oscilaciones en la salida y esto no nos permite llegar con facilidad a la consigna teniendo un error de 1cm de altura del tanque.

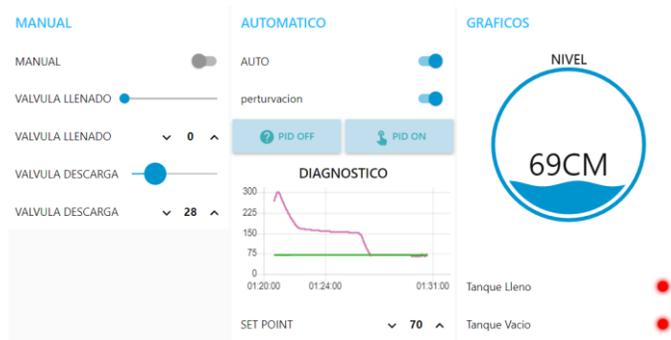


Figura 21. Oscilaciones a causa de la perturbación.



Figura 22. Prueba del modo automático con perturbación.

Conclusiones

Las variables del llenado y vaciado del tanque son visualizadas en el panel de control del simulador de procesos industriales en 3D, en las plataformas de Node-Red y Ubidots, en donde en Node-Red se puede

realizar el control y visualización de las variables, mientras que en Ubidots no permite solo la visualización del estado de las variables debido a su versión.

Los requisitos de diseño para la funcionalidad del editor de flujo de Node-Red se determinan mediante la lectura de las variables que representan el proceso de instalación en sí, observando los tipos de nodos y sus bibliotecas, además de los requisitos que debe tener la computadora para funcionar correctamente. Juntas, estas bibliotecas han contribuido en gran medida al desarrollo del dashboard que se usa para controlar el tanque simulado.

El dashboard, configurado desde el editor de procesos Node-Red, se implementa usando el nodo S7-Com, para lo cual se simula un PLC S7-1200 conectado al simulador de 3D, mientras que el programa para el controlador lógico programable realiza la lectura de entradas, salidas y marcas del sistema para enviar los estados de las mismas hacia Node-Red y visualizarlos en el panel de control.

Se implementó el desarrollo de un panel de monitoreo en la nube con Ubidots, esto se logra mediante el uso de los nodos de Node-Red instaladas previamente.

Recomendaciones

Para inicializar la simulación es necesario primero abrir el panel de configuración del adaptador virtual para poder acceder al puerto ethernet. Se recomienda en futuros trabajos, utilizar una PC embebida para ejecutar varios Softwares a la vez debido a que los programas de simulación consumen muchos recursos de memoria. Para realizar una aplicación dentro de un proceso real, se debe trabajar en conjunto con el departamento de IT, para desbloquear los puertos correspondientes a NODE-RED si se requiere conexión externa desde cualquier parte con todas las seguridades que se requieran.

Referencias

- Ahmadpanah, M. M., Balliu, M., Hedin, D., Olsson, L. E., & Sabelfeld, A. (2021). Securing Node-RED Applications. In *Protocols, Strands, and Logic* (pp. 1-21). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-91631-2_1
- Baig, M. J. A., Iqbal, M. T., Jamil, M., & Khan, J. (2021). Design and implementation of an open-Source IoT and blockchain-based peer-to-peer energy trading platform using ESP32-S2, Node-Red and, MQTT protocol. *Energy reports*, 7, 5733-5746. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721007939>
- Belomonte, L. P. (2020). *Comunicaciones industriales y WinCC*. Marcombo.
- Chaczko, Z., & Braun, R. (2017). Learning data engineering: Creating IoT apps using the node-RED and the RPI technologies. 2017 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET),
- Enciso, L., & Vargas, A. (2018). Interface with Ubidots for a fire alarm system using WiFi. 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI),
- Gasca, Y., & Mar, O. (2021). Design of the LAN Network of Hospital Comandante Manuel Piti Fajardo. *International Journal of Wireless and Ad Hoc Communication*, 2(2), 88-98.

- Gómez, R. A., & Correa, A. A. (2011). Análisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta en 3D. *Boletín de Ciencias de la Tierra*(30), 39-52. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302011000200005
- Kodali, R. K., & Anjum, A. (2018). IoT based home automation using node-red. 2018 Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT),
- Lekić, M., & Gardašević, G. (2018). IoT sensor integration to Node-RED platform. 2018 17th International Symposium Infoteh-Jahorina (Infoteh),
- Putra, A. T., & Risfendra, R. (2021). Penggunaan Aplikasi Ubidots untuk Sistem Kontrol dan Monitoring pada Gudang Gula Berbasis Arduino UNO. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 40-48. <http://jtein.ppj.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/120>
- Ruelas, F. J. P. (2000). Identificación y Control de Procesos Químicos con Múltiples Redes Neuronales. *Centro de Investigacion y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México*. <http://www.ctrl.cinvestav.mx/~yuw/pdf/MaTesFP.pdf>
- Tabaa, M., Chouri, B., Saadaoui, S., & Alami, K. (2018). Industrial communication based on modbus and node-RED. *Procedia computer science*, 130, 583-588. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918304691/pdf?md5=ffc47cff6b24e6ad32d4758508ae5216&pid=1-s2.0-S1877050918304691-main.pdf>