

## Aplicación de herramientas del Internet de las Cosas IoT para el acercamiento de laboratorios de pruebas.

José de Jesús-López Villalobos<sup>1</sup>, Zita Xiahuitl Salazar Muñoz<sup>1</sup>, Manuel-Pérez Ruvalcaba<sup>1</sup>, Oscar-Arreola Soria<sup>1</sup>, Mario Alberto-Tamez Álvarez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Nuevo León; Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Av. Eloy Cavazos 2001, Tolteca, Guadalupe, N.L. 67170, México. Email principal: jose.lv@nuevoleon.tecnm.mx

### Resumen

*El uso de tecnologías de la industria 4.0 en todos los ámbitos de los sectores manufacturero y de servicio es una realidad y en el apoyo de laboratorios para evaluación y pruebas físicas se hace presente, como es el caso del presente proyecto, con el que se prueban y validan tarjetas de adquisición de datos y transformadores eléctricos. Para lograr esto, se hace mediante el uso de herramientas de Internet de las Cosas IoT con el uso de interfaces electrónicas se habilitan módulos o cámaras para prueba de circuitos específicos, en donde de manera remota se puede validar su funcionamiento y desempeño. Una característica importante, es el hecho de que la implementación es relativamente sencilla y adaptable para hacer accesible el laboratorio a implementar.*

**Palabras clave**— *Internet de las Cosas, adquisición de datos, instrumentación, transformadores eléctricos, laboratorios remotos.*

### Abstract

*The use of industry 4.0 technologies in all areas of the manufacturing and service sectors is a reality and is present in the support of laboratories for evaluation and physical testing, as is the case of this project, with which they are tested. and validate data acquisition cards and electrical transformers. To achieve this, it is done through the use of Internet of Things IoT tools with the use of electronic interfaces, modules or cameras are enabled to test specific circuits, where their operation and performance can be remotely validated. An important characteristic is the fact that the implementation is relatively simple and adaptable to make the laboratory to be implemented accessible.*

**Keywords**— *Internet of Things, data acquisition, instrumentation, electrical transformers, remote laboratories.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de aplicaciones en la nube cada vez está más presente en diversas áreas de trabajo, esto debido a la tecnología de hardware y software que facilitan la implementación en diversos entornos de aplicación. En este caso se tiene considerado una herramienta de software que se puede utilizar para generar un servidor de trabajo que

fácilmente se puede implementar sin necesidad de un conocimiento previo amplio de programación y de igual manera en el caso de los sistemas embebidos basados en la



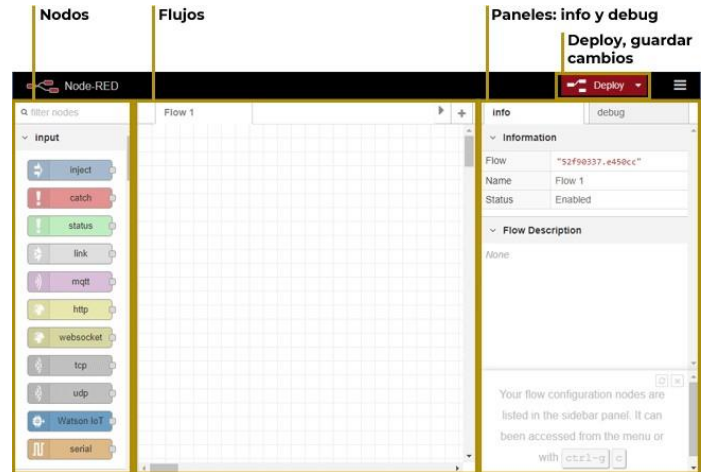
en donde se tiene un broker que sirve de interface de comunicación entre los elementos del publicador y de ahí se pueden tomar decisiones en el servidor o bien pasar la información a los suscriptores con las que se interactúa de manera remota, que en este caso en la nube. En 2016 se desarrollo en IBM una herramienta basada en Javascript con la cual se puede habilitar un servidor que se pueda aplicar en cualquier tipo de hardware que soporte Java para poder ser ejecutado, lo que abre posibilidades que van desde una computadora de cualquier sistema operativo (Linux, iOS o Windows) y sistemas embebidos con sistemas operativos basados en debian (Raspberry Pi, Bangle, Orange, etc.), estamos hablando del proyecto NodeRed que es una interfaz visual para desarrolladores con la facilidad de integrar dashboards o pantallas de acceso en donde podemos implementar mandos de control y lectura de todos los elementos publicadores (sensores y actuadores).

Figura 3 NodeRED y sus elementos de implementación, sistemas embebidos, en computadoras con diversos sistemas operativos y en la nube.



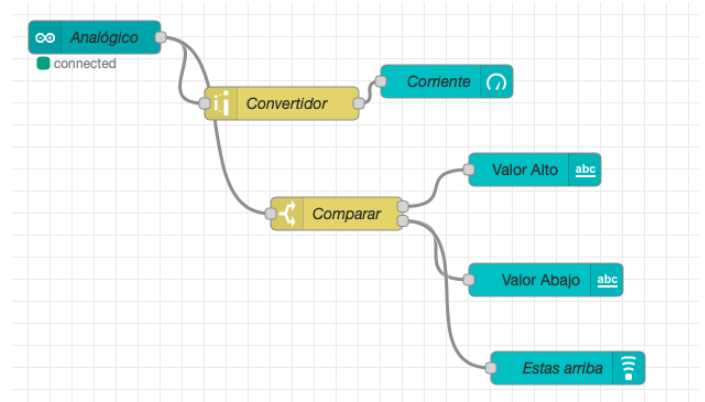
Otro aspecto importante, es la facilidad de integración de sistemas de hardware y software en el medio de programación gráfica que el NodeRED a través de los diversos nodos que se pueden integrar con los flujos que forman los programas que llaman a los sensores a través de interfaces varias que van desde tarjetas específicas hasta controladores industriales comerciales y de la misma forma activar actuadores de todo tipo con su respectiva interfaz. En la figura siguiente se muestran los principales elementos para el desarrollo de soluciones IoT, lo importante es que se requiere únicamente una interfaz web (chrome, Edge, etc.) para el desarrollo del proyecto [4,5,6].

Figura 4 NodeRED y sus elementos de implementación, sistemas embebidos, en computadoras con diversos sistemas operativos y en la nube.



Como se muestra en la en la figura siguiente se puede intuir de una manera sencilla cómo interactúa un programa en NodeRED y la posibilidad de vincular cualquier elemento para poder tener el acceso a cualquier publicador y facilitar el acceso a suscriptores.

Figura 5 Programa indicador de un nivel de corriente, con ajustes de rango y de nivel.



Note en la figura 5 que la lectura de datos en la entrada Analógico se comparte el valor en dos diferentes procedimientos en donde gráficamente se reparte la información de manera concurrente y envía información a los posibles publicadores con los respectivos ajustes en la presentación y además ofreciendo aunque de manera elemental elementos de protección para el acceso y así también concurrencia con más de un flujo (programa) y la posibilidad de múltiples publicadores y suscriptores, la única limitante es la capacidad de procesamiento de la plataforma de ejecución del NodeRED como servidor, que para fines de este proyecto se trabajó en dos plataformas: Una computadora con sistema operativo iOS y una Raspberry Pi 4, para un máximo de 12 nodos de entrada y 8 de salida en cada una de las cámaras de laboratorio de pruebas, tanto para el

circuito de prueba de adquisición de datos y de pruebas para transformadores eléctricos.

Figura 6 Pantalla de acceso de suscriptor vía teléfono celular para el monitoreo de variables.



## 2.2 Adquisición de datos y actuadores

En la etapa de adquisición y actuadores se tienen algunos circuitos electrónicos de apoyo que sirven para hacer llegar la señal de prueba para las tarjetas a ser validadas o bien para la lectura de voltajes y corrientes de los circuitos a validar. Para la implementación de la adquisición de datos se utilizan para este caso amplificadores operacionales ajustados de acuerdo con convertidores de corriente a voltaje y de voltaje a voltaje, dadas las características de niveles de estos parámetros y su conversión estandarizada para que se pueda tener una lectura a plena escala de 0 a 5 volts, se tomaron algunas referencias de [5,6]. En cuanto a la alimentación del circuito a probar esta se controla su interconexión mediante relevadores controlados a través de la tarjeta de adquisición, que se explica en la siguiente sección.

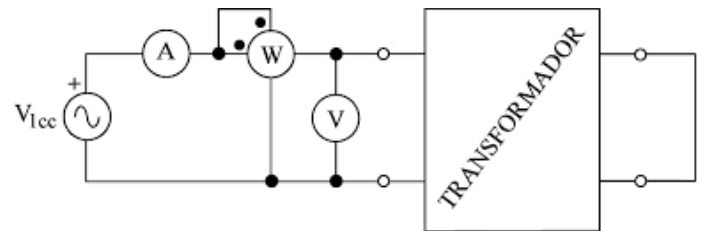
Figura 7 Convertidor industrial de corriente a voltaje, que con un circuito adicional de calibración, sirve para la lectura de sensores de corriente.



En el caso de los transformadores se tienen fundamentalmente relevadores que interconectan las entradas de voltaje y corriente, así como medidores en el circuito primario del transformador, en cuanto al secundario de igual manera se intercalan los medidores de voltaje y corriente, así como las cargas en cada una de las pruebas eléctricas en este caso, tres pruebas básicas:

- Prueba a circuito abierto
- Prueba a corto circuito
- Prueba de desempeño con cargas

Figura 8 Implementación de práctica a corto circuito de un transformador, el medidor de potencia es estimado por el programa en NodeRED.



Para la figura anterior, en este caso se tiene que las 8 variables de entrada, las referentes en esta aproximación son funciones de membresía de 3 elementos en cada una de las variables lingüísticas de entrada, y para las 2 salidas se utilizan funciones de membresía similares. En inicio, se hicieron pequeños ajustes en los valores de asíntotas de las funciones de membresía adaptándolas a lo más parecido a las condiciones reales de operación.

## 2.3 Tarjeta de adquisición de datos

En este caso se tiene una implementación en dos plataformas que son “naturales” para poner servidores MQTT que son la base para utilizar el NodeRED se tienen una computadora con sistema operativo iOS y una Raspberry Pi, que en ambos casos se implementa de manera similar que se ejecuta sobre el sistema, en la computadora se compila para su correcta operación y en la Raspberry Pi ya se tiene incluida, en los dos casos se utiliza una tarjeta de adquisición que convierte señales analógicas de 0 a 5 volts a valores digitales que se pueden ajustar con el programa desarrollado con el NodeRED. Otro aspecto, es que dentro del repositorio de nodos del propio NodeRED, incluye una interfaz sencilla de un protocolo que permite el acceso a la familia arduino, en este caso firmata.

Figura 9 Nodos de NodeRED de acceso con firmata a unatarjeta de conversión analógica/digital de adquisición de datos





Bajo esta facilidad se tiene mediante puertos USB podemos hacer crecer los datos de entrada de los sensores y actuadores, dando flexibilidad en el diseño del laboratorio [7,8].

Figura 10 Tarjeta de electrónica abierta arduino UNO básica para la conversión analógico/digital.



Figura 11 Sistema integral de laboratorio de pruebas con IoT.

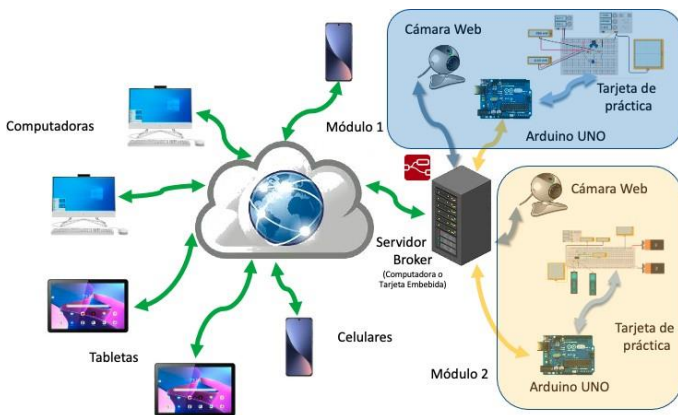
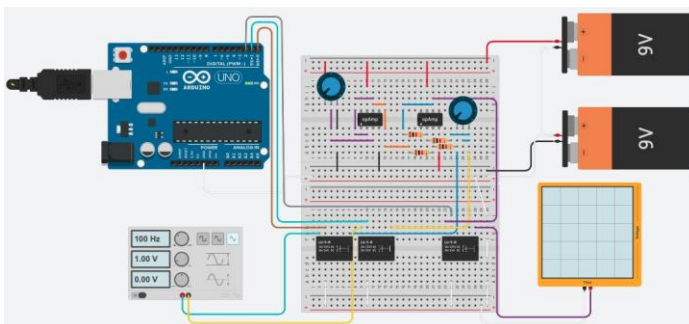


Figura 12 Circuito de prueba de un convertidor de corriente a voltaje flotado con control de tres relevadores accionados por la tarjeta de adquisición de datos (arduino).



### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El resultado de la implementación de esta interfase con el uso de Internet de las Cosas IoT mediante el uso de NodeRED con una tarjeta de adquisición de datos basado en tecnología arduino, nos da la pauta de una rápida implementación de laboratorios remotos que aplicados en las líneas de pruebas electrónicas y eléctricas en tarjetas de adquisición de datos y de transformadores eléctricos. La implementación e integración de estos laboratorios de prueba se hacen en menos de una semana el prototipo y su respectivo ajuste, abaratando además los costes en hardware y software. En general el problema primordial es la implementación de las cámaras de pruebas de ambos tipos de circuitos. La aportación de este tipo de estrategia de implementación, es la facilidad de implementación rápida de laboratorios remotos y otras aplicaciones en donde se tenga que habilitar de manera fácil objetos en el mundo del Internet de las Cosas como lo son los sistemas SCADA y de redes industriales. Se tiene dentro del trabajo a realizar la mejora en la calidad de las cámaras de pruebas electrónicas y eléctricas para líneas de producción más grande en el lugar en donde se aplican dichas pruebas.

### 4. REFERENCIAS

[1] Xie, L., Peng, L., Zhang, J., & Hu, A. (2024). Radio frequency fingerprint identification for Internet of Things: A survey. *Security and Safety*, 3, 2023022.

[2] Jabbar, W. A., Tiew, L. Y., & Shah, N. Y. A. (2024). Internet of things enabled parking management system using long range wide area network for smart city. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 4, 82-98.

[3] Werbos, P. J. (2024). The New AI: Basic concepts, and urgent risks and opportunities in the internet of things. In *Artificial Intelligence in the Age of Neural Networks and Brain Computing*(pp. 93-127). Academic Press.

[4] Ibrahim, S., Shukla, V. K., Gupta, S., & Sharma, P. (2024). Addressing Smart Fire Detection Management through the Internet of Things and Arduino. In *Computational Intelligence in Urban Infrastructure* (pp. 171-179). CRC Press.

[5] Enriko, I. K. A., Dewi, M. K., Indriyanto, S., & Gustiyana, F. N. (2024). Control and Monitoring System of Growing Media for Cucumber Plants Based on the Internet of Things. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 8(1), 195-202.

[6] Ma, Y., Chen, S., Ermon, S., & Lobell, D. B. (2024). Transfer learning in environmental remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 301, 113924.

- [7] Cornelio, O. M., González, J. G., Ching, I. S., & Fonseca, B. B. (2021). Remote laboratory system for automatic engineering. *Journal of Cybersecurity and Information Management*, 1(2), 55-5.
- [8] Fabregas, E., Farias, G., Dormido-Canto, S., Dormido, S., & Esquembre, F. (2011). Developing a remote laboratory for engineering education. *Computers & Education*, 57(2), 1686-1697.