

MODELO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL MONITOREO DE ACTIVOS MANTENIBLES A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

DATA ACQUISITION MODEL FOR MONITORING MAINTAINABLE ASSETS THROUGH AN INFORMATION SYSTEM

Libardo Adolfo Niño Moreno

Pedro Torres Silva¹

Universidad Nacional Abierta y a Distancia —UNAD—

Resumen

Los activos productivos de las empresas requieren ser monitoreados cuando están en producción y contar con rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo; en muchas ocasiones estas actividades se desarrollan de manera presencial, sin embargo, el Internet de las cosas está dando paso a un nuevo paradigma, donde las "cosas" están de forma rutinaria conectadas y pueden enviar y recibir información desde cualquier punto donde haya posibilidad de tener una conexión a internet, en este contexto la gestión de activos y mantenimiento han evolucionado y se observa una oportunidad para desarrollar un modelo de gestión que pueda ser utilizado como base de conocimiento para implementar un futuro emprendimiento en el sector de tecnologías de la información, el cual apoyado en la tecnología del IoT permita optimizar el monitoreo de activos productivos en los sectores de industria, transporte, minería y construcción a través de un sistema de información.

Este artículo, describe el modelo de adquisición de datos, el cual incluye la descripción de los principales componentes de activos productivos en instalaciones industriales, sus principales variables de funcionamiento, la relación de los principales protocolos para soluciones IoT y la descripción de la solución de comunicaciones propuesta.

Palabras clave: sistema, información, monitoreo, internet.

¹ orcid.org/0000-0003-4316-4606 / laninom@unadvirtual.edu.co

Abstract

The productive assets of the companies require to be monitored when they are in production and to have preventive and corrective maintenance routines; On many occasions these activities are carried out in person, however, the Internet of Things is giving way to a new paradigm, where "things" are routinely connected and can send and receive information from any point where there is the possibility of having an internet connection, in this context asset management and maintenance have evolved and there is an opportunity to develop a management model that can be used as a knowledge base to implement a future venture in the information technology sector, the which, supported by IoT technology, allows optimizing the monitoring of productive assets in the industrial, transportation, mining and construction sectors through an information system.

This article describes the data acquisition model, which includes the description of the main components of productive assets in Industrial Facilities, the main operating variables in industrial equipment, the list of the main protocols for IoT solutions and the description of the proposed communications solution.

Keywords: *Management, information, systems, monitoring, internet.*

1. Introducción

El proyecto que da origen a este artículo trata del desarrollo de un modelo de gestión para el monitoreo de activos, que pueda ser utilizado como base de conocimiento para implementar un futuro emprendimiento a través de un sistema de información; los destinatarios de la solución de monitoreo son las áreas de producción y mantenimiento de las compañías de los sectores industria, transporte, minería y construcción. En la actualidad el monitoreo de equipos industriales se realiza principalmente a través de la instrumentación instalada de fábrica en los equipos, por compañías que realizan inspección y mantenimiento predictivo en sitio, y en menor escala por compañías del sector tecnológico que oferten servicios de monitoreo remoto a equipos industriales; en este artículo se presenta el modelo de adquisición de datos del proyecto en desarrollo.

2. Principales componentes de activos productivos en instalaciones industriales

Los siguientes son los principales activos que monitorear identificados en instalaciones industriales: motores eléctricos, motores de combustión, bandas transportadoras, reductores de velocidad, bombas hidráulicas, centros de control de motores (CCM), tableros de distribución general (TDG), tanques de almacenamiento, compresores de aire, colectores de polvo.

3. Principales variables de funcionamiento en equipos industriales

Presión. Los sistemas neumáticos e hidráulicos en instalaciones industriales requieren monitoreo y alarma por baja y/o alta presión, la mayoría de los equipos tienen presostatos que permiten una revisión en sitio de la presión del sistema. El instrumento para medir presión es el manómetro.

Corriente eléctrica. La corriente eléctrica consumida por un motor eléctrico indica si está dentro del rango de trabajo normal, no es usual que se tengan medidas de corriente por fase en la mayoría de los motores de una planta, sin embargo, en equipos críticos generalmente se instala un amperímetro o se realizan mediciones periódicas del consumo de corriente. El instrumento para medir la corriente eléctrica es el amperímetro.

Caudal. El caudal de las materias primas es una variable crítica en los procesos de manufactura y generalmente se monitorea con detalle, los equipos de medición de caudal requieren de calibraciones periódicas para asegurar que la medida este dentro del límite de error permitido por el proceso. El instrumento para medir caudal son los contadores de flujo o caudalímetros.

Tensión o voltaje. Todas las maquinas eléctricas y circuitos están diseñados para operar a un determinado voltaje, cuando ocurren sobrevoltajes o caídas de tensión se pueden producir daños en los equipos. El instrumento para medir el voltaje es el voltímetro.

Temperatura. La temperatura es una variable muy importante en la mayoría de los sistemas industriales, bien sea la temperatura de la materia prima o la de los fluidos que se utilizan para lubricar, refrigerar o para transmitir presión. Los equipos para medir temperatura son los termómetros,

Vibraciones. De acuerdo con White (2010), una vibración se puede considerar como la oscilación o el movimiento repetitivo de un objeto alrededor de una posición de equilibrio. El análisis de vibraciones permite

detectar pequeños defectos mecánicos antes que representen una amenaza en contra de la integridad de la máquina. Los instrumentos para medir vibraciones son los vibrometros.

Desalineación de bandas. En las bandas transportadoras se requiere revisar que estén alineadas y que la banda no se desplace hacia los bordes laterales, lo que podría producir cortes en la banda o la salida del material transportado: la alineación se puede monitorear con sensores de tipo on-off, de tal manera que al desplazarse la banda hacia un costado acciona un interruptor.

4. Comparativo entre protocolos de comunicaciones

Goswami *et al.* (2019) realiza una comparación entre los diferentes protocolos de comunicaciones que se muestran en la Tabla 1. Todos los estándares tienen un mecanismo de autenticación y encriptación; la velocidad de transmisión de datos es menor de 1 Mbps para Sigfox, 6LoWPAN y Zigbee.

El protocolo Zigbee utiliza el estándar IEEE 802.15.4 lanzado inicialmente en 2003, el cual define la interconexión de dispositivos en redes LR-WPAN (redes personales inalámbricas de baja velocidad), admite topologías de estrella y de igual a igual. Sigfox utiliza conectividad celular con modulación de banda ultra estrecha (UNB), la restricción del ciclo de trabajo para la sub-banda ISM de la UE de 868 MHz es del 1%, por lo cual un dispositivo Sigfox solo puede transmitir 36 segundos por hora con una duración de 6 segundos por mensaje (Lauridsen *et al.*, 2017). 6LoWPAN es un protocolo de comunicación desarrollado por el Internet Engineering Task Force es usado por dispositivos de baja potencia en redes inalámbricas que utilicen IPv6 (Goswami *et al.*, 2019).

Tabla 1. Comparación de protocolos de comunicación de IoT.

Característica	Sigfox	Celular	6LoWPAN	Zigbee	RFID
Estándar	Sigfox	3GPP and GSMA, LTE	IEEE802.15	IEEE802.15	RFID
Red	LPWAN	WNAN	WPAN	WPAN	WPAN
Rata de datos	100bps(UL), 600bps(DL)	NA	250 kbps	250 kbps	4Mbps

Seguridad	Abordaje parcial	RC4	AES	AES	RC4
------------------	------------------	-----	-----	-----	-----

Fuente Groswami *et al.* (2019, p.48).

5. Protocolos de comunicación sugeridos

Red inalámbrica entre microcontrolador y gateway. Para la red inalámbrica se plantea el uso de una red ZigBee sobre la plataforma de Arduino, según el modelo descrito por Kumbhar (2016); la red se compone de una serie de nodos en los cuales están ubicados los sensores, los datos de cada nodo sensor son recopilados por una placa Arduino, la cual transmite la información a un nodo coordinador que recibe la información de la red de sensores por radio.

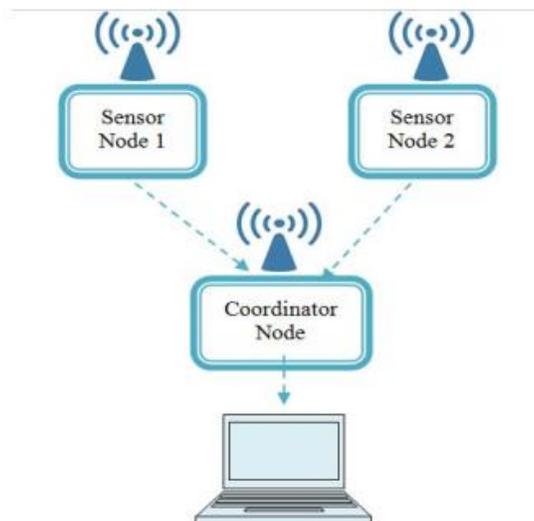


Figura 1. Diseño de red propuesto para una red inalámbrica industrial. Fuente: Kumbhar (2016).

De acuerdo con Kumbhar (2016) para implementar una red de este tipo se requieren los siguiente componentes:

- **Tarjeta Arduino Uno.** Este es un microcontrolador de fuente abierta (open source) típicamente usado para prototipado.
- **Radio XBee.** Este radio se utiliza para conectar los diferentes nodos de la red. ZigBee es un protocolo de comunicación de baja potencia, rendimiento y costo.

- **Software X-CTU.** La configuración del radio Xbee se realiza a través del software X-CTU descargado desde el sitio web del fabricante Digi.
- **Software Arduino IDE.** La placa Arduino es programada a través de una aplicación de fuente abierta que corre sobre un computador y es comúnmente llamada IDE (integrated development environment).

Una vez configurada la placa Arduino y el radio Xbee, se pueden conectar para que el Arduino usando comunicación serial envíe y reciba información a través del radio Xbee.

Red alámbrica entre sensor y microcontrolador. Para la red alámbrica se plantea el uso del protocolo I2C; Liu *et al.* (2019) mencionan que el protocolo I2C es utilizado para transferir información entre los diferentes periféricos y los microcontroladores a baja y media velocidad; el sistema se compone de una línea de datos (SDA), una línea de reloj (SCL), la línea de voltaje y la tierra.

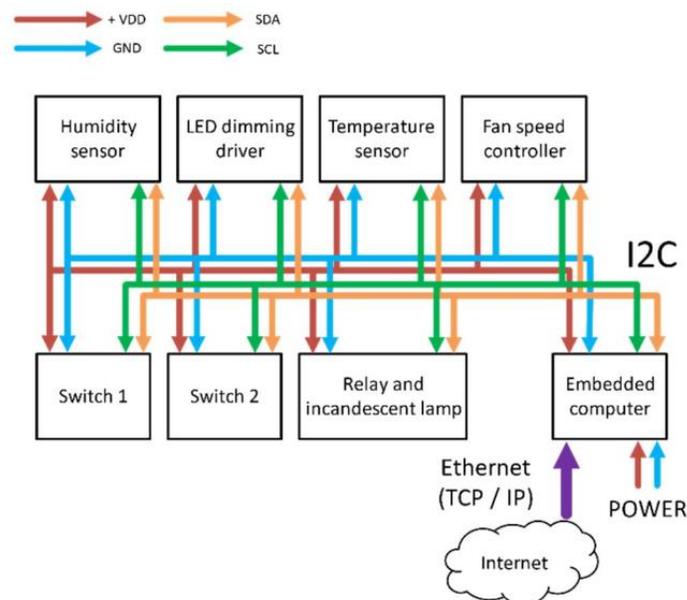


Figura 2. Ejemplo de arquitectura del protocolo de comunicaciones I2C. Fuente: Pintilie *et al.* (2019).

6. Selección de sensores

De acuerdo con Sehrawat & Gill (2019), los sensores desempeñan un importante papel en la automatización, al medir y recopilar datos de los diferentes dispositivos de una instalación, el cambio en las variables definidas es medido por los diferentes sensores, en la Figura 3 se muestra un esquema básico del funcionamiento de un sensor

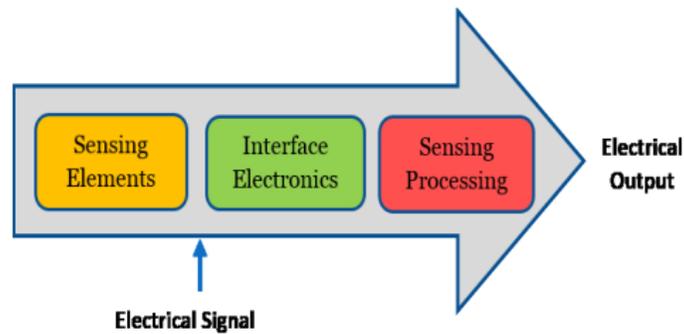


Figura 3. Elementos de un sensor y su señal. Fuente: Sehrawat & Gill (2019).

Jones *et al.*, (2018) mencionan que la red de sensores en un sistema IoT debe ser estratégicamente diseñada, lo que implica la selección de los sensores más apropiados para recolectar la data en un medio ambiente determinado, optimizando su instalación y utilización; para esto se propone un análisis con los siguientes cinco pasos: desarrollar una comprensión del sistema completo y sus procesos fundamentales; definir los parámetros a ser medidos, definir los requerimientos de desempeño de los sensores para cada parámetro a ser medido, considerar el medio ambiente en el cual operará el sistema, considerar el costo total de la implementación del sistema del monitoreo.

7. Gateway

De acuerdo a la configuración de la instalación se plantea el uso de dos tipos de Gateway, para el prototipado y soluciones en que todos los sensores se comuniquen por radiofrecuencia se plantea el uso de un microcontrolador NODEMCU; en los casos que se requiera utilizar comunicación por radiofrecuencia y adicional comunicación por cable se sugiere el uso del Gateway Siemens IOT2040.

Para la comunicación entre el Gateway y la nube se plantea el uso del protocolo MQTT (Message Queue Telemetry Transport), que fue originalmente desarrollado por ingenieros de IBM en aplicaciones de oleoductos, su principio de funcionamiento se basa en publicar y suscribirse al recibo de mensajes, este sistema permite trabajar en redes Wi-Fi, redes celulares y enlaces satelitales; MQTT es un protocolo ajustado a los requerimientos de aplicaciones IoT.

8. Conclusiones

Este artículo presenta el modelo de adquisición de datos para una solución IoT de monitoreo de activos productivos incluyendo los principales componentes que requieren ser monitoreados, sus variables de funcionamiento y una propuesta a nivel de protocolos de comunicación a ser empleados para transmitir los datos captados por los sensores desde los equipos en la instalación industrial al Gateway y posteriormente a la nube.

Referencias

- Goswami, S. A., Padhya, B. P., & Patel, K. D. (2019). Internet of Things: Applications, Challenges and Research Issues. In *2019 Third International conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2019 Third International conference on* (pp. 47–50). IEEE. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC47947.2019.9032474>
- Jones, P. M., Lonne, Q., Talaia, P., Leighton, G. J. T., Botte, G. G., Mutnuri, S., & Williams, L. (2018). A Straightforward Route to Sensor Selection for IoT Systems. *Research Technology Management*, *61*(5), 41–49. <http://10.0.4.56/08956308.2018.1495965>
- Kumbhar, H. (2016). Wireless sensor network using Xbee on Arduino Platform: An experimental study. In *2016 International Conference on Computing Communication Control and automation (ICCUBEA), Computing Communication Control and automation (ICCUBEA), 2016 International Conference on* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2016.7860081>
- Lauridsen, M., Nguyen, H., Vejlgard, B., Kovács, I. Z., Mogensen, P., & Sorensen, M. (2017). Coverage comparison of GPRS, NB-IoT, LoRa, and SigFox in a 7800 km² Area. *2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, 1–5. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8108182>
- Liu, C., Meng, Q., Liao, T., Bao, X., & Xu, C. (2019). A Flexible Hardware Architecture for Slave Device of I2C Bus. In *2019 International Conference on Electronic Engineering and Informatics (EEI), Electronic Engineering and Informatics (EEI), 2019 International Conference on* (pp. 309–313). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EEI48997.2019.00074>
- Pintilie, L. N., Pop, T., Gros, I. C., & Mihai Iuoras, A. (2019). An I2C and Ethernet based open-source solution for home automation in the IoT context. In *2019 54th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), International Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2019 54th* (pp. 1–4). IEEE.

<https://doi.org/10.1109/UPEC.2019.8893583>

Sehrawat, D., & Gill, N. S. (2019). Smart Sensors: Analysis of Different Types of IoT Sensors. In *2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), 2019 3rd International Conference on* (pp. 523–528). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICOEI.2019.8862778>

White, G. (2010). *Introducción al análisis de vibraciones*. Woburn, MA: Azima.