

Gestión de datos de la operación en la industria a través de plataformas IIoT. Experiencia en una empresa del sector alimentos en Argentina

Federico Walas Mateo¹, Andrés Redchuk², Julián E. Tornillo¹

¹Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Lomas de Zamora, Buenos Aires. Argentina

² ETSII. Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid. España.

Abstract. El trabajo que se presenta se trata de una experiencia de digitalización desarrollada en una empresa del sector alimentos, y el objetivo es dar visibilidad a las posibilidades que genera la adopción de las plataformas Internet Industrial de las Cosas (IIoT) para la gestión de la operación industrial.

El artículo incluye un desarrollo conceptual sobre integración de datos en la industria, la arquitectura y componentes de IIoT, y el ecosistema tecnológico que facilita la adopción de la solución. La adopción de la plataforma IIoT en la firma industrial se produce en el marco de la evolución hacia el modelo Industria 4.0.

El caso muestra el proceso de adopción, la integración de distintos componentes de hardware y software, según los estándares ISA 95. En particular la plataforma IIoT es una solución industrial de la empresa Siemens que trabaja con componentes abiertos como Node-RED o Grafana. Entre los logros alcanzados por el proyecto se destaca el hecho de la obtención de indicadores (KPIs) que pueden ser visualizados en dashboards, así se facilita la toma de decisiones a los ingenieros de procesos.

Por último, se concluye sobre la importancia de la plataforma IIoT para continuar la evolución desde la analítica descriptiva, hacia una analítica prescriptiva.

Keywords: IIoT, Industria 4.0, analítica prescriptiva, Lean 4.0, ISA 95.

1 Introducción

El trabajo que se presenta a continuación hace referencia a una experiencia práctica sobre la adopción de una plataforma IIoT en una empresa del sector alimentos en Argentina. La adopción de la arquitectura de hardware y software se realiza con el objetivo de visibilizar oportunidades de optimización de procesos industriales. El caso que se desarrolla busca mostrar como la adopción de la nueva infraestructura genera las bases para poder avanzar hacia modelos analíticos más complejos para avanzar en la analítica prescriptiva. Por último, la empresa donde se desarrolla la experiencia se encuentra en un proceso de evolución hacia el modelo Industria 4.0 (I4.0).

Trabajos previos de los autores del artículo [1,2], desarrollan conceptos sobre IIoT, y el rol de esta arquitectura para generar datos que facilitan la gestión de los procesos

operativos alineados a la planificación de la empresa. Además, se visibiliza a este paradigma tecnológico como facilitador de la optimización de procesos a partir de una analítica descriptiva, y se considera como el punto de partida para evolucionar hacia una analítica prescriptiva [3].

La penetración en el mercado de dispositivos en arquitecturas IIoT, equipados con capacidades de detección y comunicación ha permitido a las empresas conectar dispositivos en planta, desarrollando sistemas ciberfísicos capaces de generar y recolectar datos en todo el espacio industrial [4]. Eso también ha contribuido a un renovado interés en el tema de convergencia de la Tecnología de Operaciones/Tecnología de Información (OT/IT), identificado por [5] entre las principales áreas de inversión a corto plazo. Por otro lado, genera interés la vinculación entre Lean Management (LM) e I4.0, con el objetivo de eliminar los desperdicios de los procesos de negocio para mejorar su eficiencia, así como su competitividad [6]. Facilitar la visibilidad de los datos de la operación impacta en la posibilidad de eliminar tareas que no agregan valor e identificar oportunidades de mejora.

La estructura de este documento comienza con una descripción de los conceptos relacionados y los enfoques actuales en la literatura con respecto a la recopilación de datos, la infraestructura de OT/IT, y la integración de datos en entornos industriales. El artículo continúa con la presentación del caso estudiado y los resultados alcanzados, para finalizar con las conclusiones correspondientes.

2 Marco Conceptual

Dando inicio al análisis conceptual el trabajo [1], presenta una investigación a partir de un análisis bibliométrico sobre el impacto de IIoT para el éxito de modelos de datos prescriptivos como motor de optimización de procesos en la I4.0. El trabajo valida la hipótesis, aunque resalta la complejidad intrínseca que presenta este tipo de soluciones, observa la novedad del tema, y por último que el tema es dominado por el ámbito científico académico, pero existe una limitada aplicación en la industria.

En el marco de los sistemas de producción inteligente, el ecosistema de manufactura está compuesto por una amplia variedad de dispositivos que recolectan datos de los distintos procesos industriales. [7] afirma que IIoT es una nueva generación de tecnología que se enriquece con la existencia de soluciones que toman datos a nivel piso de planta (sensores, actuadores, etc.) con altos grados de precisión. Por lo tanto, la visibilidad de las operaciones ha avanzado a nuevos niveles que facilitan la adquisición de una vasta cantidad de datos y retroalimentación prácticamente instantánea. De esta manera es posible adoptar algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) que facilitan la productividad y eficiencia en los procesos.

Para iniciar la discusión sobre la generación de datos del proceso industrial, el artículo [8] destaca la necesidad de considerar el enfoque de sistemas al abordar la investigación en la integración de la información industrial. El texto presenta el modelado y la integración de flujos de información para la vinculación de la información empresarial a través de la arquitectura que propone IIoT.

El tema de la recopilación e integración de información ha sido abordado por organismos de normalización autorizados como la Sociedad Internacional de Automatización (ISA) [8] y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) [9]. Como ejemplo, la estándar multicapa IEC 62264 basado en las especificaciones ISA-95 [10] define un marco de intercambio de modelos de información que permite la integración de aplicaciones que se ejecutan en áreas de gestión, y operaciones. Las empresas que cumplen con este estándar pueden definir interfaces entre el control y las funciones de gestión, lo que les permite tomar decisiones informadas sobre los datos para intercambiar de forma que los costos y los riesgos se mantengan bajos en caso de errores de implementación.

La figura 1 muestra la arquitectura de niveles que propone el estándar ANSI/ISA-95. Esta norma internacional ha sido generada para abordar los problemas que surgen durante el desarrollo de interfaces automatizadas en el ámbito de los sistemas de gestión de la empresa y los sistemas de control. Este estándar proporciona una guía para la integración vertical de la información de la firma.

El estándar ISA 95 define un modelo de jerarquía funcional para categorizar las funciones de las empresas industriales. Este modelo de 5 capas es conocido como la pirámide de automatización.



Fig. 1. Modelo de integración vertical de la Información que propone el estándar ANSI/ISA 95. Fuente: Elaboración propia.

El artículo [11] presenta un análisis de la importancia de la integración de la información como prerrequisito para avanzar en modelos analíticos, y muestra como la referencia al esquema propuesto por el estándar ISA 95 facilita esta integración.

Otro estándar de referencia para el caso que se desarrolla, es el European Reference Architectural Model Industry 4.0 (RAMI 4.0) [12], que aboga por una estrecha coordinación de IT y OT. Para esto, RAMI 4.0 propone una arquitectura de referencia de alto nivel que aborda el amplio espectro de escenarios de Industria 4.0. En particular, la

capa de comunicación de referencia de RAMI 4.0 conecta el concepto de I4.0 al estándar OPC UA, eligiendo al primero como el único y única opción que garantiza la interoperabilidad en el OT [13].

3 Desarrollo del Caso

El caso se desarrolla en una empresa industrial del sector alimentos radicada en el sur del conurbano. El sistema de producción de la empresa responde al esquema de procesos continuos, y al comenzar el proyecto contaba con una arquitectura SCADA para la gestión de los procesos industriales, y una plataforma Enterprise Resource Planning (ERP) para la Gestión del negocio.

A partir de la iniciativa de la Dirección de la empresa se realizó un diagnóstico de madurez digital que visibilizó la necesidad de avanzar en una mayor integración de los datos para evolucionar en el modelo I4.0.

En ese marco se decidió avanzar en la adopción de una arquitectura IIoT. Para ello se incorporó un dispositivo tipo Gateway para llevar los datos de la operación en planta, que se encuentran en la red OT, a la nube. Para la integración de la información de los procesos, se utiliza el servidor OPC UA que incorpora la plataforma SCADA existente en la empresa, y habilita la interoperabilidad de los datos para que finalmente puedan visualizarse en la plataforma IIoT Mindsphere [14].

MindSphere es un sistema operativo abierto IIoT, basado en la nube que ha desarrollado la empresa alemana Siemens. Es capaz de conectar todos tus equipos y sistemas, extraer sus datos y convertirlos en información. Esta plataforma cuenta con un protocolo abierto de actuación y diversas funcionalidades como el acceso remoto a los servicios en la nube de Amazon Web Service o el servicio PaaS (Platform-as-a-Service).

Al ser una plataforma abierta, MindSphere permite conectarse con otras plataformas abiertas como NodeRed [16], y Grafana entre otras.

NodeRed es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea. Proporciona un editor sobre un navegador web que facilita el desarrollo de flujos mediante nodos preconfigurados. Esta herramienta se basa en Node.js, y está basado en eventos.

Por otro lado, Grafana es una plataforma de código abierto para la visualización de datos y supervisión. Permite a los usuarios crear y compartir paneles que muestran datos en tiempo real de varias fuentes, incluidas bases de datos, servidores y servicios en la nube. Grafana, soporta una amplia gama de fuentes de datos, también incluye funciones como alertas, anotaciones y complementos para visualización de datos, e integración con otras herramientas. Se usa comúnmente en los campos de monitoreo de sistemas, IoT y monitoreo de redes

Generada la integración de la información de la operación desde el SCADA, se logró desarrollar un sistema de dashboards para mostrar distintos KPIs de la operación, que pueden ser visualizados fuera del entorno de la planta sin afectar las condiciones de seguridad que requiere la red OT. Las figuras 2 y 3 muestran distintas formas de visualización de los KPIs y estado de equipos generados con datos de la operación.

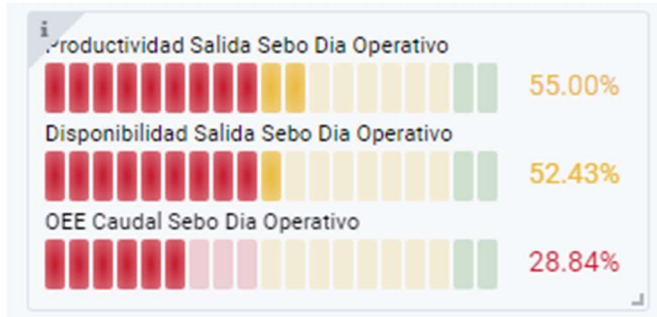


Fig. 2. KPI de la operación diaria que se muestra en el dashboard generado en la plataforma IIoT. Fuente: Autores.

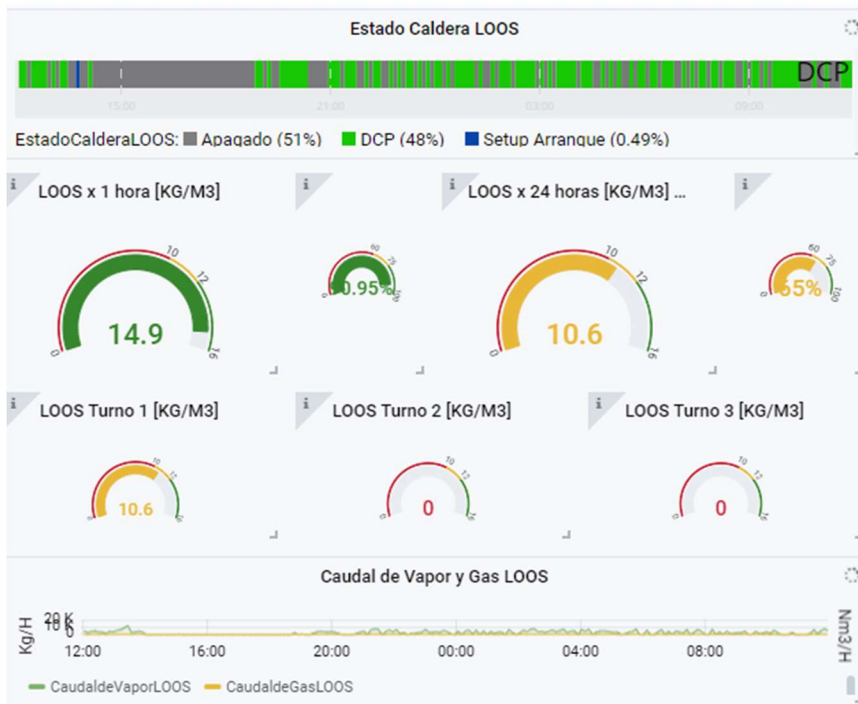


Fig.3. Dashboard que muestra el estado de una caldera a partir de la arquitectura IIoT. Fuente: Autores.

Por ultimo merece observarse que la adopción de la nueva solución se realizó a través de proceso de co creación facilitado a partir de trabajar con una metodología ágil para gestionar el cambio. De esta manera se logró que los expertos del proceso se involucren de manera temprana en la adopción de la solución, y puedan aportar el conocimiento del dominio industrial a los proveedores de la tecnología.

Por último, los datos que se generan se almacenan en una base de datos en la nube que facilitará la evolución de la arquitectura de datos, hacia un modelo de analítica prescriptiva.

4 Conclusiones

Como primer emergente de este trabajo se destaca el hecho lograr una estructura IIoT robusta a partir de conectar diversas soluciones de manera sencilla a partir de arquitecturas abiertas, que facilitan la convergencia de los datos.

Una cuestión que se destaca entre los resultados, es la posibilidad de extraer datos fuera de la planta sin vulnerar protocolos de ciberseguridad. Lograr la segurización de los datos del SCADA, es un valor agregado que genera la propuesta de valor del proyecto. Merece comentarse que durante casos de emergencia que requerían acceder al SCADA desde afuera de la planta, surgieron importantes divergencias con estándares de seguridad de la empresa. El hecho más notorio ocurrió durante las restricciones que impuso la pandemia del COVID.

Por otro lado, se logró el empoderamiento de las personas involucradas en el proceso a partir de visualizar los datos de manera más amigable.

Una observación que merece consideración es el hecho de que como infraestructura OT se contó con una plataforma SCADA de última generación que incorporaba la funcionalidad del server OPC UA. Sin esta funcionalidad el proyecto se hubiera complejizado y hubiera consumido mayor cantidad de recursos.

La plataforma IIoT genera información que dinamiza el proceso de mejora continua de los procesos industriales que lleva adelante la empresa. Visualización del estado de la producción a través de andones digitales en monitores ubicados en la zona de calderas y en la sala de control del proceso. Esto permite analizar el estado de los activos y los procesos operativos para abordar la eliminación de desperdicios que propone el enfoque Lean Manufacturing, esta mirada integrada con la estrategia I4.0, lleva a la empresa a operar dentro del modelo Lean 4.0.

La empresa decidió avanzar en la adopción de la solución en las otras 4 plantas en provincia de Buenos Aires, Córdoba, y San Luis.

Además, el alcance del proyecto continuara evolucionando con la integrando el sistema de gestión empresarial ERP para generar indicadores que vinculen los procesos operativos con la planificación del negocio. De esta manera la plataforma IIoT podrá mostrar indicadores que contextualicen la información que proveen los datos de la operación con información de la planificación.

Por ultimo destacar la importancia de las plataformas abiertas para facilitar el despliegue de soluciones complejas, de manera dinámica y economizando recursos de desarrollo. Como ejemplo, se puede ver en el párrafo que menciona el estándar OPC UA en esta sección.

Referencias

1. Walas Mateo, F., Redchuk, A. "Artificial Intelligence as a Process Optimization driver under industry 4.0 framework and the role of IIoT, a bibliometric analysis". – JIIM. Journal of Industrial Integration and Management Innovation & Entrepreneurship. ISSN (print): 2424-8622 | ISSN (online): 2424-8630. (2020)
2. Walas Mateo, F., Redchuk, A. "A review of IIoT/IoT and AI/ML as Process Optimization driver under industry 4.0 model". Journal of Computer Science & Technology (JCS&T). Vol 21. ed. 2, pp 170-176. (2021).
3. Lepenioti, K., Pertselakis, M., Bousdekis, A., Fenareti Lampathaki, A. L., Apostolou, D., Mentzas, G., Anastasiou. S. "Machine Learning for Predictive and Prescriptive Analytics of Operational Data in Smart Manufacturing." Dupuy-Chessa S., Proper H. (eds) Advanced Information Systems Engineering Workshops. CAiSE 2020. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 382. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49165-9_1
4. Tapoglou, N.; Mehnen, J.; Butans, J. Energy Efficient Machining Through Evolutionary Real-Time Optimization of Cutting Conditions on CNC-Milling Controllers. In Experiments and Simulations in Advanced Manufacturing; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2021; pp. 1–18.
5. Gartner. When IT and Operational Technology Converge. Available online: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/when-it-and-operational-technology-converge> (accedido 3 febrero 2023).
6. Lai NYG, Wong KH, Halim D, et al. 2019. "Industry 4.0 enhanced lean manufacturing". In: 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM). IEEE, pp 206–211
7. E. Yalcinkaya, A. Maffei, H. Akillioglu, M. Onori. (2021). Empowering ISA95 compliant traditional and smart manufacturing systems with the blockchain technology. Manufacturing Review. 8, 15
8. W. He, L. Xu. (2014). Integration of Distributed Enterprise Applications: A Survey. IEEE Transactions on Industry Informatics, 10(1), pp. 35-42.
9. ISA. International Society of Automation. Available online: <https://www.isa.org/> (accedido 1 abril 2023).
10. International Electrotechnical Commission. Available online: <https://www.iec.ch/> (accedido 1 abril 2023).
11. American National Standards Institute (ANSI), ISA-95.00.01-2010, ISA-95.00.02-2010, ISA-95.00.03-2013, ISA-95.00.04-2012, ISA-95.00.05-2013. North Carolina USA.
12. RAMI4.0. Reference Architecture Model Industrie 4.0. Available online: <https://www.beuth.de/en/technical-rule/din-spec-91345/250940128> (accedido 1 abril 2023).
13. Panoramix, M. OPC UA in the Reference Architecture Model RAMI 4.0. Available online: <https://opcconnect.opcfoundation.org/2015/06/opc-ua-in-the-reference-architecture-model-rami-4-0/> (accedido 1 abril 2023)
14. Siemens (<https://new.siemens.com/es/es/productos/software/mindsphere.html>) (accedido 3 febrero 2023).
15. OpenJS Foundation & Contributors. Node-RED. <https://nodered.org>. Author, F.: Contribution title. In: 9th International Proceedings on Proceedings, pp. 1–2. Publisher, Location (2010).

16. Rani, E.G., Chetana, D.T. “Using GitHub and Grafana Tools: Data Visualization (DATA VIZ) in Big Data”. In: Shukla, P.K., Singh, K.P., Tripathi, A.K., Engelbrecht, A. (eds) Computer Vision and Robotics. Algorithms for Intelligent Systems. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7892-0_38. (2023).