Diseño de una metodología de mantenimiento predictivo para asegurar procesos de producción de la industria 4.0

DOI: 10.46932/sfjdv2n1-074

Received in: November 1st, 2020

Accepted in: December 30th, 2020

M. en C. Miguel Ángel Luna Pérez

Doctorado en Ingeniería de Sistemas

Instituto Politécnico Nacional

SEPI ESIME Zacatenco

E-mail: miguel.lunap92@gmail.com

Dr. Isaías Badillo Piña

Doctorado en Ingeniería de Sistemas

Instituto Politécnico Nacional

SEPI ESIME Zacatenco

E-mail: ibadillop@gmail.com

Dra. Graciela Vázquez Álvarez

Doctorado en Ingeniería de Sistemas

Instituto Politécnico Nacional

SEPI ESIME Zacatenco

E-mail: gravazquez@gmail.com

RESUMEN

La industria 4.0 implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos. De una forma simple, se puede decir que se trata de una industria donde las máquinas de producción están digitalizadas, interconectadas, y manejan e interrelacionan cantidades ingentes de datos (conocidos como Big Data), para aprovechar mejor sus funcionalidades y ser así más efectivas y eficientes.

El mantenimiento industrial ha sufrido una gran evolución en los últimos años. Las nuevas tecnologías permiten a las empresas industriales adelantarse a los problemas y optimizar procesos y rendimientos productivos. El impulso de la cuarta revolución industrial gracias a los avances del Internet de las cosas (IoT), la automatización y la robótica, tecnologías que, junto con los análisis y los sistemas de Big Data, constituyen elementos clave en esta nueva era.

En la industria, existen fábricas inteligentes con mantenimiento automatizado y la eficiencia está mejorando de forma considerable. La idea es llevar “más inteligencia” al área de mantenimiento, basadas en la información que les llega en tiempo real, ayudándose de datos esenciales que antes pasaban desapercibidos o “demoraban” en llegar. Se conoce como mantenimiento predictivo al conjunto de acciones y técnicas aplicadas para detectar los posibles fallos y/o defectos que se puedan generar en las máquinas en las etapas incipientes de su proceso.

Palabras clave: Mantenimiento predictivo, industria 4.0, Big data, automatización, robot, sistemas Lean.

1 INTRODUCCIÓN

En el pasado han ocurrido tres revoluciones industriales; en la primera, se introdujeron equipos impulsados por vapor para la producción mecánica; en la segunda, la producción se vio impulsada por energía eléctrica, dando paso a la producción en masa y se introdujo el concepto de división de tareas; mientras que en la tercera (en la que nos encontramos actualmente), se utiliza la electrónica e informática para la producción automatizada. [1]

A pesar de su reciente surgimiento, la industria 4.0 puede considerarse como la cuarta revolución industrial, en la que las formas de producción hacen uso de sistemas físicos cibernéticos para crear una industria más flexible y de carácter reconfigurable, es decir, que la estructura de una fábrica se pueda modificar para poder producir diferentes productos.

Dentro de esta nueva industria actúan nueve tipos de avances tecnológicos recientes: el big data y análisis de datos, los robots autónomos, la simulación de procesos en computadora, sistemas de integración, internet de las cosas aplicado a la industria, ciberseguridad, almacenamiento de información en la nube, impresión 3D o manufactura aditiva y la realidad aumentada.

Estos nueve elementos trabajan en conjunto para analizar los datos y variables de una fábrica y de la elaboración de sus productos, logrando optimizar aún más los procesos de fabricación, lo cual se traduce en una producción de bienes de alta calidad de forma rápida y a un costo reducido.[4]

1.1 MANTENIMIENTO 4.0

El mantenimiento toma un papel preponderante en esta cuarta revolución industrial, en la medida en que casa perfectamente con los principios de anticipación, eficiencia y eficacia de la «fábrica inteligente».

Se conoce como mantenimiento predictivo al conjunto de acciones y técnicas aplicadas para detectar los posibles fallos y/o defectos que se puedan generar en las máquinas en las etapas incipientes de su proceso.

Es un mantenimiento que se diferencia del ya conocido mantenimiento correctivo (que repara las máquinas una vez producida la falla).

Los desarrollos tecnológicos de la Industria 4.0 permitirán hacer posible la integración total de la cadena de valor desde el cliente que podrá intervenir en el diseño del producto hasta el servicio pos venta a través de sistemas tecnológicos, lo suficientemente versátiles e inteligentes. Sin embargo la pregunta es la siguiente: *¿Cómo se estructurará el trabajo en este tipo de industrias?*

Definitivamente un trabajador en este entorno será una persona altamente cualificada en mecánica, informática y telecomunicaciones. No será un operador común. Será un técnico muy preparado que asumirá las labores de operación y coordinación. [3]

Los equipos productivos estarán repletos de ciber componentes con capacidad de auto aprender, tomar decisiones y actuar con base a la información procedente de la nube. Serán fiables debido al desarrollo de la tecnología de materiales, sistemas de autodiagnóstico y muy elevada precisión en su fabricación. Al estar dotados los ciber componentes de capacidad de comunicación con la nube, estos generarán gran cantidad de información sobre su funcionamiento, en forma similar como son monitoreados todos los signos vitales de un astronauta cuando viaja al espacio.

Las grandes bases de datos permitirán tratar en tiempo real los problemas de la maquinaria y a través de las tendencias de los datos a largo plazo guardados en la nube, se podrá descifrar comportamientos inesperados de los componentes. El trabajo de mantenimiento se fundamentará en el tratamiento avanzado de gran cantidad de datos. Los modelos de optimización de tiempos de remplazo y tiempos de inspección con métodos de investigación operacional y optimización estadística, será un trabajo cotidiano realizado por expertos de ingeniería de mantenimiento. En este entorno serán muy útiles las paradas productivas, término este que se toman las personas encargadas de la operación de los equipos, para realizar las tareas fundamentales de mantenimiento tales como inspección, limpieza, lubricación y ajustes, necesarios aunque se trate de un conjunto de ciber componentes. [6]

La tecnología no es todo. Estos sistemas altamente sofisticados nunca alejarán al hombre del trabajo de coordinación entre personas, la cual se realiza a través de procesos de conversación.

Este es el punto clave para que estos sistemas tecnológicos funcionen con niveles elevados de eficiencia. En forma similar como los sistemas Lean requieren de un espacio cultural de coordinación con otras personas, la Industria 4.0 no podrá realizar la coordinación a través de máquinas. Será necesario el hombre y los procesos de conversación. La forma como se diseñen las conversaciones será fundamental para lograr los más elevados resultados con la tecnología. Por lo tanto, la estructura de gobierno en este tipo de industrias estará dependiendo de nuevos modelos de gestión soportados con procesos de diálogo y conversación. [5]

En la conversación no solo existe información que se transfiere, son las formas como se pide o solicita algo, las emociones existentes en el momento en que se pide y escucha, como también, la postura del cuerpo de la persona que hace el pedido o la que acepta o rechaza la solicitud. Este tipo de habilidades de conversación para fortalecer las nuevas formas de trabajo y el liderazgo de los responsables, aún no se ha desarrollado y mucho menos, no se está practicando en las organizaciones industriales. Es necesario no deshumanizar los sistemas de gestión en este tipo de entornos tecnológicos, de lo contrario, puede

ocurrir lo que les sucede a numerosas empresas que están tratando de implantar sistemas Lean, pero sin alma, sin considerar a las personas, la cultura de empresa, las emociones de los individuos y empleando sistemas de gestión de mando y control característicos de la Primera Revolución Industrial. La gestión de fábricas 4.0 deberá ser radicalmente distinta. La autonomía, elevado desarrollo del talento, salarios extraordinarios y una organización que retenga a estas personas será un requisito fundamental para que este tipo de tecnología funcionen correctamente. No se pueden introducir cambios tecnológicos de semejante magnitud sin considerar el proceso de transformación y renovación de la organización, cultura y sistemas de gestión operacional. [8]

2 OBJETIVOS.

2.1 GENERAL

Diseñar una metodología de mantenimiento predictivo para la industria 4.0 mediante el monitoreo en tiempo real de los componentes, empleando las herramientas que implican el uso de la industria inteligente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obtener la base de datos entregada por los componentes conectados en la industria y la información que genera cada uno de ellos, como son horas trabajadas, históricos de alarmas y especificaciones técnicas, para darle un tratamiento especializado.
2. Construir una metodología que se adecue al comportamiento de la Industria 4.0 utilizando las herramientas que la conforman.
3. Realizar pruebas de funcionalidad para evaluar la metodología construida.

3 METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El planteamiento de los objetivos de mejora y sus correspondientes indicadores de rendimiento, son establecidos por la dirección de mejoramiento, y ejecutados de forma individual o colectiva, según la complejidad y criticidad del planteamiento.

La naturaleza incremental y sostenible de las mejoras enfocadas hace que se adopten ciclos de mejora continua tales como el PHVA (Planear - Hacer - Verificar - Actuar), como modelos transversales de la metodología de mejora que adopte la organización. [14]

Como metodología específica se sugieren las siguientes fases:

1. Identificación de posibilidades y oportunidades combinando aspectos tecnológicos y de negocio.

2. La digitalización e integración de datos, en tiempo real, aplicable en los procesos productivos y logísticos dentro de la empresa y hacia fuera. Evitar el papel, registrarlo todo, sensorizar e integrar datos de manera automatizada e inteligente para que toda esta información sea explotable y exportable.
3. Analizar los datos para extraer la información relevante y con dicha información alimentar modelos de simulación con los que se puede conseguir un mayor conocimiento del proceso.
4. Proponer nuevos canales digitales de comunicación con los clientes o generando nuevas fuentes de ingresos a partir del valor de los datos.

Desde hace años el mantenimiento predictivo ya funciona con técnicas de medida y análisis mediante sensores para anticipar las fallas potenciales de los equipos productivos. Hoy en día el Industrial Internet of Things (IIoT) incorpora el aprendizaje automático y la tecnología de big data para capturar y comunicar datos de manera constante, alertando rápidamente a las empresas sobre ineficiencias y evitando costosas averías. Específicamente en la fabricación el IIoT posee un gran potencial en áreas como control de calidad, prácticas sostenibles y ecológicas, trazabilidad de la cadena de suministro y eficiencia global de la cadena de suministro. En la práctica el software de mantenimiento predictivo recolecta los datos que se transfieren analizándolos considerando normas y condiciones predefinidas. Del análisis automático salen grandes volúmenes de datos; aquí entra en juego otra gran tendencia: el Big data. Cuantos más equipos tiene la fábrica inteligente, mayor cantidad de datos recibirá del software. La capacidad de procesar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y segura no siempre es una tarea sencilla. Es por esta razón que resulta esencial utilizar un sistema ERP para la gestión de los recursos empresariales, que reciba, analice y procese la información y los diagnósticos.

Las ventajas de este mantenimiento predictivo 4.0 son básicamente tres:

1. Planificación y programación de las acciones. Al ser predictivo, el fallo se detecta con suficiente antelación, con lo que se favorece que el mantenimiento correctivo se realice con más calidad. Las predicciones pueden llevarse a cabo en las paradas técnicas del servicio, con lo que no se pierde operatividad ni volumen de producción.
2. Es una técnica on-condition. Es decir, la mayoría de técnicas de mantenimiento predictivo se llevan a cabo con la maquinaria a pleno rendimiento (on condition).
3. Es un mantenimiento proactivo. A diferencia del correctivo, se predice lo que puede pasar, con lo que se pone remedio antes de tiempo, respetando el work-flow de la empresa y ofreciendo una mayor calidad en el servicio.

4 DESARROLLO

La primera etapa de esta investigación analiza el modelo de fusión de datos

Este modelo consta de una actividad formada por cuatro estados cíclicos que se desarrollan en el siguiente orden. Ver figura 1

1. Detección y procesamiento de la señal: la información se colecta y pre-procesa.
2. Extracción de patrones: con la información pre procesada, se extraen los patrones y se fusionan para crear los contextos necesarios.
3. Decisión: los contextos son procesados y se establecen las acciones a seguir.
4. Etapa de actuación: se elige el plan a seguir.

Se basa en la definición de Modos de fallas y una exhaustiva comparación con patrones y permite:

1. Generación de Modelos de Detección de Fallos a través de modelos matemáticos.
2. Recogida de Variables endógenas (y exógenas) a un sistema (componente, Equipo).
3. Diagnóstico ante situaciones de fallo
4. Predicción de fallos para corregir planes de mantenimiento (CBM)
5. Ajuste de ciclos de predictivo
6. Pronóstico de Vida
7. Recomendaciones de parámetros-variables de operación.

Cuenta con :

1. Posibilidades de trabajar On-line o como minería de datos
2. Herramientas de parametrización y análisis

Figura 1. Diseño de modelo de mantenimiento predictivo. Elaboración propia

4.1 PREDICCIONES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LA APLICACIÓN DEL MONITOREO DEL SONIDO Y DE LA VIBRACIÓN

Habrán menos personas recogiendo datos y realizando el análisis.

Donde sea posible, los datos serán llevados al analista, no al revés.

Los Datos de máquinas similares serán archivados y simplificarán la identificación de problemas a través de otras máquinas semejantes.

La combinación de redes inalámbricas y el Internet permitirá el movimiento fácil de datos de la planta al analista.

Las grandes organizaciones de manufactura tendrán programas híbridos donde el equipo más crítico es monitoreado a diario o con más frecuencia y el menos crítico menos a menudo.

Predicciones en el campo del monitoreo de condición predictivo (PCM, por sus siglas en inglés).

Sensores nuevos y diferentes son desarrollados que tendrán aplicación en el mercado de PCM, aunque actualmente estos sensores no estén destinados específicamente para ese mercado.

Plataformas Móviles, plantas de manufactura, edificios comerciales, plantas de servicios y sus redes de distribución asociadas, así como la infraestructura para muchas otras aplicaciones, serán monitoreada en maneras significativamente diferentes y más extensamente de como se hace actualmente.

Los sistemas de monitoreo serán más baratos, más rápidos, más capaces y más fáciles de utilizar, reubicar y configurar que los sistemas actuales.

Mientras la intensidad de trabajo requerida para el monitoreo de máquinas en unas instalaciones o plataforma disminuirá a causa del aumento de la productividad de los instrumentos de apoyo y los sistemas de PCM, el número de aplicaciones que requerirán monitoreo aumentará por una gran variedad de razones (principalmente económicas).

Mientras el número de individuos involucrados en PCM por sitio o por flota de vehículos disminuirá, el número de “trabajadores con conocimiento” de PCM aumentará mientras el valor de PCM llega a ser conocido por los directores, la intención a competir efectivamente en el mercado global.

5 CONCLUSIONES

Sin duda el mantenimiento predictivo ya no es una moda sino una realidad, numerosas empresas sobre todo del sector industrial y de manufacturación están definiendo sus estrategias para obtener resultados específicos. ¿Podemos decir ya que el mantenimiento predictivo está en fase hype para los gurús tecnológicos?

Esto abre otros debates como los perfiles profesionales que son necesarios para desarrollar estos proyectos, que rendimiento o rentabilidad queremos conseguir y, sobre todo, cómo utilizar todo esto para transformar nuestro modelo de negocio y por ende el sector donde trabajamos.

El abanico de posibilidades que se abren es casi inmanejable, muy alentador también, pero este nuevo reto no tiene que hacernos olvidar que numerosas empresas todavía están en fase de digitalización por lo que entrar en la industria 4.0 requiere completar muchas etapas con anterioridad.

Al aplicar las tecnologías y metodologías de la Industria 4.0 surgen nuevos modelos de negocio, que necesitan ser gestionados de manera distinta y en los que la gestión de las personas tiene un papel primordial, puesto que se pasa a requerir de profesionales cada vez más cualificados y multidisciplinares.

5.1 GESTIÓN EMPRESARIAL

Se produce un nuevo modelo de empresa híbrida entre la industria convencional y las empresas de la economía digital, en la que empiezan a tener tanto valor los productos, manteniendo el peso diferencial en la calidad y el precio como la información y los datos, cada vez más vinculados con el conocimiento del cliente y de sus preferencias.

- La economía digital
- Como generar valor en Industria 4.0.
- Oportunidades de negocio
- Financiación de proyectos
- Herramientas para la gestión 4.0

5.2 GESTIÓN DE LAS PERSONAS

Las personas juegan un papel esencial en la Industria 4.0.

Los perfiles profesionales son cada vez más complejos y cada vez son más necesarias competencias como la creatividad, el pensamiento lateral, la organización, la planificación, la visión multidisciplinar y holística, el trabajo en equipo. Para muchas empresas supondrá un reto tanto el capacitar a los trabajadores como transformar la cultura corporativa.

- Gestión del talento y las organizaciones
- Competencias para el liderazgo

REFERENCIAS

- [1] Bauer, W., Horváth, P.: Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Controlling, 27, 515–517 (2015) In: 1997 IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems, pp. 1–6 (1997).
- [2] Shrouf, F., Ordieres, J., Miragliotta, G.: Smart factories in Industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2015–January, pp. 697–701 (2014).
- [3] Wan, J., Tang, S., Shu, Z., Li, D., Wang, S., Imran, M., Vasilakos, A.: Software-defined industrial internet of things in the context of Industry 4.0. IEEE Sens. J. 1, 7373–7380 (2016).
- [4] Bizer, Ch., Boncz, P., Brodie, M.L., Erling, O.: The Meaningful Use of Big Data: Four Perspectives – Four Challenges. SIGMOD Records 40(4), 2011 (2011).
- [5] Herrman, M., Pentek, T., Otto, B.: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Working Paper 01/205, Technische Universität Dortmund.
- [6] IBM Software: Managing Big Data for smart grids and smart meters. Whitepaper (2012).
- [7] Handbook of Maintenance Management and Engineering. M. Ben-Daya. A. Raouf. ISBN 1848824726. Edit. Springer. 2009.
- [8] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Informe preliminar (2015)
- [9] Germany trade & invest. Industrie 4.0. Smart manufacturing for the future (2014) Galicia: industria axenda da competitividade industrial (2015)
- [10] Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F.: A dynamic model and an algorithm for short- term supply chain scheduling in the smart factory industry 4. 0. Int. J. Prod. Res. 7543, 1–17 (2016)
- [11] Ballesteros Robles F. La gestión optimizada de la planificación del mantenimiento.La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. Springer. (2016)
- [12] Spendla L., Kebisek M., Tanuska P., Hrecka L., El mantenimiento para la era de la industria 4.0. Concept of predictive maintenance of production systems in accordance with industry 4.0, IEEE. (2017).
- [13] Ackoff, R. y Gharajedaghi, J. (1996). Reflections on systems and their models. System Research. Ludwig von Bertalanffy, Teoría General de los Sistemas, Fundamento, desarrollo, aplicaciones.