

Maximizar la eficiencia de producción mediante automatización y digitalización en Honeywell Aeroespacial

Lizbeth M. Alvarez-González
Maestría en Gerencia de Ingeniería
Héctor J. Cruzado, PhD, PE
Escuela Graduada
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Resumen — Como parte de un esfuerzo de mejoras este proyecto fue seleccionado para maximizar la eficiencia de una línea de producción en Honeywell Aeroespacial a través de un análisis de tiempo de inactividad e implementando automatización y digitalización. El proceso más complicado fue el de Pesaje y emparejamiento de bobinas en Híbridos y fue seleccionado para implementar áreas de mejora en la línea de producción de Q-Flex. Las principales causas encontradas fueron: mano de obra de los operadores, método de implementación de las guías o documentación, claridad de los pasos, la entrada de data manual e incorrecta, falta de un sistema de rastreo y poco mantenimiento en los equipos utilizados. Para el desarrollo de este proyecto se creó una base de datos en Oracle, se diseñó una bandeja de luz digital y se implementó la utilización de la herramienta 5S. para cumplir con el objetivo y lograr la reducción de el tiempo de inactividad a 13%.

Términos Clave — mejora continua, causa raíz, digitalización, automatización, IIoT, herramienta 5S, base de datos, inactividad

INTRODUCCIÓN

Este proyecto fue implementado en la compañía de Honeywell Aeroespacial donde se fabrican y realizan pruebas a acelerómetros que son parte de un giroscopio. El giroscopio es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio ya sea en aviones comerciales, defensa, helicópteros y hasta en vehículos espaciales.

Este proyecto se trabajó como un esfuerzo de mejoras para el proceso de pesaje y emparejamiento de bobinas en Híbridos de la línea de producción de Q-Flex. En proyectos anteriores se encontró un 31% de inactividad en el proceso de Híbridos dentro de la

línea de producción de Q-Flex. Se hizo un análisis de causa y efecto que se presenta en la Figura 1, donde se pudo observar que las causas que contribuyen a este porcentaje de inactividad, las cuales son: la mano de obra de los operadores, método de implementación de las guías o documentación, claridad de los pasos, la entrada de data manual e incorrecta, falta de un sistema de rastreo y poco mantenimiento en los equipos utilizados.

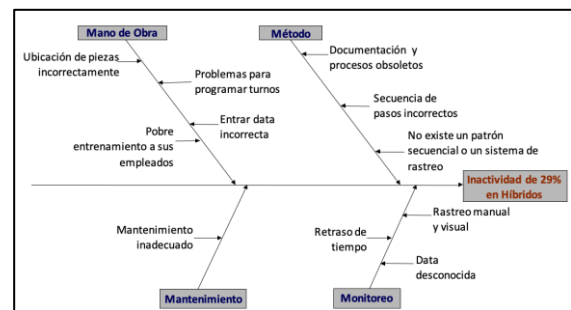


Figura 1
Causa y Efecto

Objetivo

El objetivo de este proyecto fue: la reducción del tiempo de inactividad en un 15% en la línea de producción de Q-Flex. Se utilizó el avance de la tecnología para implementar nuevas herramientas que incorporan la digitalización y automatización. A medida que se desarrollaron nuevos procesos, se introdujo nuevo material de capacitación a los operadores y mantenimiento preventivo utilizando herramientas de 5S.

REVISIÓN DE LITERATURA

Reducción de la inactividad en la industria manufacturera

El hablar de inactividad es equivalente a tener pérdidas monetarias. Por ejemplo, la empresa de

Tecnología de la información (IT) podría perder entre \$84,000 y \$108,000 por hora durante el tiempo de inactividad [1]. Es imperativo que los fabricantes comprendan todas las facetas que interrumpen su tiempo de actividad para evitar tiempos de inactividad que no son planificados, y que existen métodos que la industria puede utilizar para maximizar la producción y sus resultados finales [2].

Internet de las cosas (IoT)/Industrial Internet de las cosas (IIoT)

IIoT viene de la idea de conectar todos los sistemas y, si los sistemas aún no están conectados, pronto lo estarán. Los grandes expertos apuntan a que esto ocurrirá, especialmente cuando la quinta generación de tecnología de banda ancha móvil (5G) se asoma [3]. La tecnología IoT se puede aplicar para resolver problemas difíciles de logística, fabricación y cadena de suministro que benefician tanto al fabricante como al consumidor [4]. Para poder cualificar para aplicar Industrial Internet de las cosas (IIoT) en algún proceso, planta o sistema en una empresa, éste debe encajar en cuatro áreas: interconexión, normalización, análisis de data y sistemas de automatización.

METODOLOGÍA

Encuesta a los operadores

Para conectar con las necesidades y seleccionar el proceso para implementar áreas de mejoras en alguna línea de producción fue necesario realizar un cuestionario a 49 operadores. Este cuestionario consistía en cuatro preguntas y permitió que la toma de decisiones fuera precisa y efectiva.

Análisis de los tiempos de inactividad

Para validar el 31% de inactividad de años anteriores en la línea de producción de Hybrids, se realizó un análisis de inactividad de tiempo. La data e información recopilada fue obtenida desde Agosto 2020 hasta Agosto 2021. Se estableció cada reporte partiendo de cuántas horas la línea de producción está en operación vs. cuántas horas al mes resulta en inactividad.

Análisis de la causa raíz

El análisis de la causa raíz pertenece a la herramienta de Lean Six Sigma, la cual ayuda a las empresas a mejorar y crear más valor para los clientes [5]. Por tanto, este análisis permitió tomar las acciones necesarias para eliminar la causa para minimizar tiempos de inactividad y mantener un sistema de mejora continua.

Selección del proceso para mejoras

Mediante la identificación de las causas y efectos (refiérase a la Figura 1 para más detalles) se utilizó un diagrama de pez, y se seleccionó el proceso dentro de Híbridos ya que tenía varias causas, cumplía con el presupuesto para implementar mejoras y era el más demandado por los operadores. El proceso seleccionado es el pesaje y emparejamiento de bobinas.

Automatización y digitalización

Este proyecto tuvo como visión la tecnología avanzada utilizando IIoT, la relación entre automatización y digitalización, para facilitar la captura de ciertos problemas presentes en la línea de producción. En la implementación de automatización se trabajó un sistema que consiste en una bandeja de luz digital que mide los pesos de las bobinas con una balanza digital que es controlada por una computadora. Por otro lado, la implementación de la digitalización fue crear un programa digital el cual guardará toda la información o data obtenida del proceso en la herramienta de Oracle.

Herramienta de 5S

Como parte de la herramienta 5S, se incluyó la capacitación de los operadores, se trabajó una plantilla para guardar y rastrear los tiempos de inactividad correctamente. Además, se implementó una hoja de verificación como mantenimiento preventivo para confirmar que cada paso fue realizado bajo los estándares de la empresa.

Validación

Ya que no es posible validar completamente las nuevas áreas de mejora implementadas debido a que es necesario una evaluación del nuevo proceso por 12 meses consecutivos, se utilizó validez predictiva para analizar el impacto esperado para esta mejora continua.

RESULTADOS

Encuesta a los operadores

Cada pregunta realizada a los 49 operadores que participaron en el cuestionario fue clave para el desarrollo e implementación de este proyecto.

Los resultados obtenidos en la pregunta 1 (¿Qué línea de producción es la más compleja?) demostraron que, entre los procesos de la línea de producción de Q-Flex, Híbridos tiene una ventaja sobre los demás procesos con un 43% de los votos.

En la pregunta 2 (¿Cuál proceso es el más prologando?) se obtuvo que el proceso de pesaje y emparejamiento fue Q-Flex el más mencionado por los operadores con un total de 39%.

En la pregunta 3 se obtuvieron calificaciones de la documentación provista por el dueño de los procesos en la línea de producción de Q-Flex. El resultado con el promedio más bajo es el proceso con más déficit el proceso de Híbridos (refiérase a la Figura 2 para más detalles).

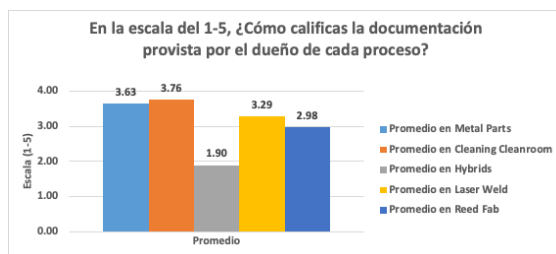


Figura 2
Calificación de la documentación por proceso

En la última pregunta 4 se capturó las áreas para mejoras nominadas por los mismos operadores. Los resultados obtenidos apuntaron que el área de Híbridos es el área con más necesidad de mejoras.

Análisis de los tiempos de inactividad

Se recopiló información sobre los tiempos de inactividad de distintos procesos dentro de la línea de producción desde agosto 2020 hasta agosto 2021. El propósito de éste fue comprobar el tiempo de inactividad igual a 31% en esta línea de producción. En resumen, se estableció cada reporte partiendo de cuántas horas la línea de producción está en operación vs. cuántas horas al mes hay inactividad. Los resultados demostraron que para la línea de producción de Hybrids, dentro de Q-Flex, tiene el mayor porcentaje de inactividad cerca del 31% recopilados en años anteriores, con un resultado de 29% (refiérase a la Figura 3 para más detalles).



Figura 3
Porcentaje de inactividad en las líneas de producción de Q-Flex

Análisis de la causa raíz

Obtenidos y analizados los resultados de la encuesta, se investigó en las áreas destacadas cuáles son las causas y efectos del alto porcentaje de inactividad en la línea de producción de Q-Flex. En las observaciones se identificó las principales causas que conllevan a un 29% de inactividad. Las causas encontradas fueron: mano de obra, método, mantenimiento y monitoreo/rastreo (refiérase a la Figura 1 para más detalles).

Al trabajar las causas utilizando los 5 porqués, muchos de los efectos observados son problemas al programar turnos, mala posición, pobre entrenamiento a los operadores, pobre mantenimiento a los equipos, data desconocida, rastreo manual y visual, poca documentación, etc.

Selección del proceso para mejoras

Uno de los procesos con más votos durante el cuestionario fue el proceso de pesaje y

emparejamiento de bobinas por lo que fue la línea de enfoque. Durante este proceso el propósito es construir y realizar pruebas al "Proof Mass Assembly (PMA)" que consta de la parte más importante del acelerómetro dado que controla las flexiones y la respuesta a la aceleración. Las causas están evidenciadas en el proceso actual según fueron denominadas por los operadores (refiérase a la Figura 4 para más detalles). El proceso actual consiste en que se pesan las bobinas y se agrupan por rango de peso en unos contenedores, luego pasan a un área de espera para ser ensambladas. En este último paso es donde se pierde el rastro de la pieza al cometer errores en la ubicación y donde ninguna data es recopilada.



Figura 4
Causas encontradas en el proceso de pesaje y emparejamiento de bobinas

Automatización y digitalización

Dada las causas encontradas en el proceso antes mencionado, se propuso ciertas mejoras que consiste en medir los pesos de las bobinas con una balanza digital que puede ser controlada por medio de una computadora. El peso de la bobina se asociará con la bobina individual haciendo que el operador coloque la bobina en un espacio designado en el sistema de bandeja de luz digital. Luego, un programa digital cargará el peso de la bobina para la posición en la bandeja en Oracle. Los operadores pesarán las bobinas en la bandeja hasta que esté llena. Las bandejas llenas serán leídas por una luz digital diferente. La mesa de luz digital en el montaje de PMA descargará los pesos de bobina asociados con el TrayID de la bandeja que se está utilizando, encontrando las bobinas adecuadas para el montaje y solicitará al operador que asocie las bobinas con el "reed", pieza que es ajustadora, y que se está

utilizando para construir el PMA (refiérase a la Figura 5 para más detalles).



Figura 5
Proceso propuesto

Herramienta de 5S

Primeramente, se tomó en consideración la seguridad del operador para establecer estos nuevos pasos al proceso es por esto por lo que se desarrolló un proceso estándar para poder ofrecer la capacitación adecuada a los operadores.

A su vez, se incluyó una hoja de verificación donde en cada turno los operadores podrán cotejar y marcar que cada paso fue realizado de la manera correcta. Las categorías de la hoja de verificación contienen tanto una porción para comprobar el uso correcto del equipo a utilizar como método de seguridad y las demás categorías corresponden a la finalización de cada paso y sus resultados.

Validación

Para obtener el nuevo tiempo de inactividad esperado dada la implementación de automatización y digitalización se evaluó el reporte de las inactividades presentadas en este proceso de pesaje y emparejamiento de bobinas en Híbridos. En la evaluación se buscó las cuatro (4) causas encontradas en este proceso (refiérase a la Figura 4 para detalles) y se procedió a eliminar esas causas/horas para obtener un nuevo tiempo de inactividad ya que estas causas fueron mitigadas con este proyecto. La Figura 6 muestra una gráfica comparativa del proceso actual vs. el nuevo proceso pronosticado a ser evaluado por un periodo de 12 meses.

Tomando en cuenta el porcentaje de inactividad actual que fluctúa entre 29% - 31%, el promedio obtenido en el nuevo proceso pronosticado es de 16%, lo que representa un 13-15% de reducción de inactividad en este proceso en Híbridos.

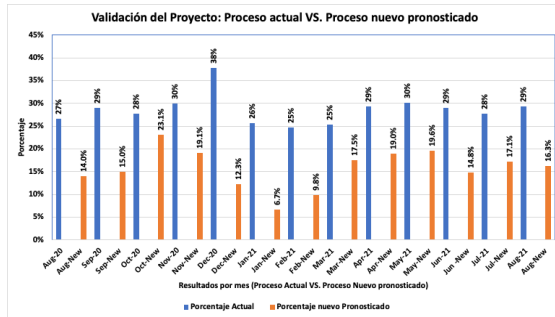


Figura 6

Gráfica comparativa: Proceso actual vs. Proceso nuevo pronosticado

DISCUSIÓN EN GENERAL

Análisis de costos

Este proyecto se trabajó con un presupuesto de \$80,900 el cual obtenía la labor estimada y el material para la implementación de un dispositivo automatizado, en este caso la bandeja de luz digital.

Para la bandeja de luz digital se reservó un presupuesto total de \$10,000 del cual solo fue utilizado un total de \$3,915, resultando un ahorro de \$6,085. Para la labor se trabajó solo con un total de 635 horas vs un total de 830 horas pronosticadas, resultando un ahorro de \$16,720. El proyecto fue completado con un total de \$58,105.

Áreas identificadas con oportunidades de mejoras

Sin lugar a duda, existen muchas áreas que pueden servir de enfoque para implementar mejoras en un futuro con mucho más presupuesto en las diferentes líneas de producción. Entre las observaciones para futuras implementaciones encontradas se pueden nombrar las siguientes: crear y establecer una base de datos para cada proceso, instalar más sensores a diferentes equipos y obtener a tiempo real la medida variable precisa, y muchas oportunidades de cambiar equipos obsoletos por equipos de alta tecnología.

CONCLUSIÓN

Este proyecto alcanzó entre un 13-15% de reducción de inactividad en el proceso de pesaje y empaciamiento de bobinas en el área de Híbridos,

el cual cumple con el porcentaje objetivo de 15% para éste. Se trabajó con una implementación que fuera ejecutable, optimizable, predictiva y dentro del presupuesto. Se obtuvo gran participación e interés por parte del personal de operadores para lograr alguna mejora a este proceso tan complejo. Es por esto que muchas de las recomendaciones principales propuestas por los operadores fueron atendidas para mitigar los problemas presentados.

La herramienta de 5S ayudará a mantener la documentación organizada y estandarizada, de tal modo que al capacitar algún empleado sea un proceso robusto, pero con menos posibilidad de cometer errores y aumentar el tiempo de inactividad. Este proyecto sirve de ejemplo de que muchas novedades tecnológicas pueden ser implementadas de modo que el proceso fluya y permita la posibilidad de incorporar más procesos automatizados y digitalizados en la industria para facilitar el análisis de los resultados.

REFERENCIAS

- [1] Marendra, D. (2019, February 7). *10 Tips to Reduce Downtime in Manufacturing Company*. BusinessTech. Retrieved from Website: <https://www.hashmicro.com/blog/tips-to-reduce-downtime-in-manufacturing-company/>
- [2] Smith, D., Mockus, H., Reynish, P., & Renart, M. (2020, February 5). *4 Methods to Reduce Unplanned Downtime in Manufacturing – The Feed*. Alchemysystems. Retrieved from Website: <https://blog.alchemysystems.com/4-methods-to-reduce-unplanned-downtime-in-manufacturing/>
- [3] Goddard, W. (2020, December 17). *History of IoT: What It Is, How It Works, Where It's Come From, and Where It's Going*. IT Chronicles. Retrieved from Website: <https://itchronicles.com/iot/history-of-iot-what-it-is-how-it-works-where-its-come-from-and-where-its-going/>
- [4] Results Engineering (2020, February 5). *An Introduction To IIOT Smart Factory Technology*. Results Engineering. Retrieved from Website: <https://www.resultseng.com/an-introduction-to-iiot-smart-factory-technology>
- [5] Kanban Tool. (2021, June 2). *What is Root Cause Analysis?* Retrieved from Website: <https://kanbantool.com/kanban-guide/root-cause-analysis>