**Semblanzas**

Ing. Alma Luevano Celestino, Ingeniero Industrial y de Sistemas, cursando actualmente la maestría en Ciencia y Tecnología con especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura, en COMIMSA-CONACYT. Experiencia en el área de Logística proyectos en la empresa FCA Motores Sur.

Dr. Darwin Young V., Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura por COMIMSA-CONACYT, enfocado en Gestión de Sistemas Productivos bajo Modelos de Competitividad e Industria 4.0. Panelista Experto por México ante IMD de Suiza (2015, 2016). Ha ocupado posiciones directivas en áreas de Ingeniería e Innovación, Mejora Continua y Calidad en diversos sectores industriales.

Dr. Elías Gabriel Carrum Siller, Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura por COMIMSA-CONACYT. Ha participado como líder en proyectos, en la Terminal Marítima Dos Bocas (2 proyectos) y Química Goncal. Ha participado en diferentes proyectos como líder del área de simulación en procesos industriales, como lo son RyPSA, Caterpillar, SCR, entre otros.

**Evaluación del proceso de surtido de material a una línea de ensamble bajo el ambiente de Industria 4.0**

RESUMEN

Uno de los objetivos de Industria 4.0 es generar una alineación de las cadenas de valor productivas, que permitan el desarrollo e integración de tecnologías innovadoras de información y comunicación, con lo cual, se generé una red inteligente de productos y procesos a lo largo de la cadena de valor, permitiendo utilizar de manera eficiente los procesos organizacionales, en la creación de bienes y servicios para beneficio de los clientes y consumidores, optimizando la utilización de activos de una empresa. Dado lo anterior, la propuesta de esta investigación se basa en la realización de una evaluación a la Logística Interna de Alimentación de Materiales a Líneas de Producción (Intralogistic – Line Feed) mediante el uso de simulación, mostrando el caso de estudio dentro de una empresa del clúster automotriz.

INTRODUCCIÓN

En general, el objetivo principal de Industria 4.0 es la aparición de la fabricación digital, también denominada fábrica "inteligente", que significa redes inteligentes, movilidad, flexibilidad de las operaciones industriales y su interoperabilidad, integración con clientes y proveedores y la adopción de modelos comerciales innovadores. La característica asociada a la cuarta revolución industrial son las redes inteligentes basadas en sistemas ciberfísicos (CPS), los cuales son sistemas físicos y de ingeniería, cuyas operaciones pueden ser monitoreadas, coordinadas, controladas e integradas por un sistema de computación y comunicación.

Esta evolución tecnológica se evidencia, por ejemplo, por ciclos de producción reducidos, incorporación de las necesidades del cliente en tiempo real, el mantenimiento se lleva a cabo en gran medida automáticamente, los pedidos se completan automáticamente y sean enviados en el orden correcto.

Además, desde el punto de vista de la estructura organizativa, Industria 4.0 incluye la integración horizontal a través de redes para facilitar la cooperación interna, la integración vertical de los subsistemas dentro de la fábrica para crear sistemas de fabricación flexibles y adaptables e integración de ingeniería a través de todo cadena de valor para permitir la personalización del producto. La integración horizontal entre las empresas y la integración vertical de una producción dentro de la planta son dos bloques de construcción básicos para la integración de ingeniería en todos los procesos.

Dentro de esta integración, empleamos el término "Logística 4.0" para referirnos a la combinación del uso de la logística con las innovaciones y aplicaciones integradoras de Industria 4.0, relacionado las condiciones de los Servicios y Procesos inteligentes. Por lo cual, "Smart Logistic" es un sistema de logística que puede mejorar la flexibilidad, el ajuste a los cambios del mercado y requerimientos de los clientes.

CASO DE ESTUDIO: EVALUACIÓN DEL PROCESO DE SURTIDO DE MATERIAL A UNA LÍNEA DE ENSAMBLE

El proceso de alimentación de materias primas a las estaciones de trabajo dentro de una línea de producción, es un flujo vital en la manufactura y producción de un producto. El caso de estudio de esta investigación está situado en una planta productora de motores ubicada en Saltillo, Coahuila, en la cual actualmente se producen 4 modelos diferentes. En la planta existen dos tipos de rutas de surtido de material a la línea de ensamble, las cuales utilizan el equipo de remolque como medio de transporte y se diferencian entre sí solo por el método de carga y descarga que utilizan (manual o automático), de los carros en que se transporta el material, sin embargo, su proceso sigue el mismo concepto de funcionamiento. Comienzan con la carga de contenedores llenos y descarga de contenedores vacíos, en el área de supermercado (almacén descentralizado dentro de la planta, cercano a la línea de ensamble), una vez que los carros han sido cargados/descargados un equipo de remolque los jala hasta las estaciones de trabajo correspondientes para proseguir con la descarga de contenedores llenos y carga de vacíos, después de este paso, los carros son llevados nuevamente a el área de supermercado para ser cargados con material nuevamente y ahí finaliza un ciclo de entrega, también conocido como ventana de tiempo. De estos dos tipos de rutas de entrega, actualmente están implementadas 8 las cuales son identificadas por colores. A cada ruta le corresponden determinadas estaciones, en las cuales entregan material con una frecuencia cíclica, en base a la capacidad de carga que tienen los carros de cada una, el espacio disponible para material en cada estación de trabajo y la demanda de partes que se tenga en la línea de ensamble. Las rutas varían entre sí, principalmente en cuanto a su tiempo ciclo, capacidad de los carros, números de parte que les corresponde surtir (incluyendo dimensiones y capacidad de sus contenedores) y ruta que deben seguir.

El modelado de este proceso se realizó por medio del software de simulación *Tecnomatix Plant Simulation* de *SIEMENS* con el objetivo de evaluar la situación actual en la planta y corroborar los problemas que actualmente se tienen. Las principales observaciones se describen a continuación.

Al correr la simulación de las rutas de manera individual fue posible validar que su tiempo de ciclo (ventana de tiempo) coincide con el que fue calculado en la etapa de planeación para su implementación. Sin embargo, al correr la simulación de las rutas al mismo tiempo, la interacción entre ellas incrementa el tiempo ciclo de las rutas con un tiempo ciclo calculado menor, lo cual coincide con situaciones del mundo real, en que operadores de las rutas afirman no alcanzar a dejar el material en tiempo, aun cuando estudios de tiempos y movimientos dicen lo contrario.

Saturación de tráfico en pasillos estrechos. La variación entre los tiempos ciclo de las rutas causa que en pasillos logísticos estrechos de alto flujo, se generen cuellos de botella en ciertos momentos, lo cual podría ocasionar un paro de la línea de ensamble si alguna ruta bloqueada no surte material a tiempo.

Tiempo de espera de las rutas de entrega de material. Cuando la demanda de partes en la línea de ensamble disminuye, la simulación mostró niveles de espera de hasta un 28% en una hora, para una de las rutas. Este dato también se traduce en tiempo muerto del operador asignado a dicha ruta.

Entre las ventajas de realizar el modelo del proceso actual por medio de simulación, se encuentra el nivel de detalle que se le puede agregar, el cual es mucho mayor al que es posible incluir en un modelo matemático sin hacerlo demasiado complejo, lo cual dificulta su solución. *Plant Simulation* es un software con la capacidad de considerar factores importantes como lo son, el consumo de energía de los equipos de transporte, el factor humano, porcentaje de fallas y mantenimiento necesario de las máquinas y equipos de transporte, entre otras. Otra característica importante del software es la posibilidad de utilizar métodos, que por medio de programación lineal, en trabajos futuros, nos permitirá la obtención de una solución a los problemas detectados en la evaluación realizada.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Por medio de la simulación del proceso actual de entrega de material a la línea de ensamble, fue posible evaluar la situación actual de la planta y corroborar la causa de la mayoría de los problemas que se tienen actualmente.

Como Trabajos futuros, se buscará que el proceso de simulación presentada en este trabajo permita identificar, implementar, monitorear y evaluar el conjunto solución sobre el Diseño de Rutas y la Re-Asignación de Rutas ante contingencias presentes en la línea de producción que pudieran afectar la operatividad por falta de materiales o minimizar el costo de inventario en proceso al determinar y asegurar la disponibilidad y cantidad de materiales en punto de uso.

También se desarrollará la interface para la implementación en piso del sistema de simulación para la Planeación de Logística Interna, de acuerdo a las modificaciones en proceso, requisitos técnicos y el nivel respectivo de integración acordado con la empresa involucrada en este caso de estudio, así como las políticas de involucrar a las partes interesadas que pueden apoyar el análisis, diagnóstico y alineación con el Proceso de Planeación de Ventas y Operaciones (Sales & Operation Planning) y la planeación de distribución de Materiales en Piso, bajo un ambiente basado en los principios de Industria 4.0.

REFERENCIAS

Yun-Qing Rao, Meng-Chang Wang, Kun-Peng Wang, Tou-Ming Wu, “Scheduling a single vehicle in the just-in-time part supply for a mixed-model assembly line”, Computers & Operations Research 40 (2013) 2599–2610.

Nils Boysen, Simon Emde, Michael Hoeck and Markus Kauderer, “Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda”. European Journal of Operational Research 242 (2015) 107–120.

Daria Battini, Nils Boysen, Simon Emde, “Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry”, J Manag Control (2013) 24:209–217.

Nils Boysen, Stefan Bock, “Scheduling just-in-time part supply for mixed-model assembly lines”, European Journal of Operational Research 211 (2011) 15–25.

Simon Emde, Nils Boysen, “Optimally routing and scheduling tow trains for JIT-supply of mixed-model assembly lines”, European Journal of Operational Research 217 (2012) 287–299.

William Campos Lizarzaburu, “APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA” Magister S.A.C. consultores asociados (2010).

Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, “INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Novena edición” Capitulo 8, McGRAW-HILL 2010, 2006, 1997, 1991, 1981.

Mariana Sánchez Barrientos, Elías G. Carrum Siller, Miguel Gastón Cedillo Campos, Leonardo Peña Reyna, “Revisión del estado del arte de los problemas de ruteo de vehículos en redes de transporte LTL” Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro (CiLOG2016)

J. Nasser, Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on. IEEE, 2014.

H. W. Lin, S. V Nagalingam, S.S. Kuik, T. Murata, Design of a Global Decision Support System for a manufacturing SME: Towards participating in Collaborative Manufacturing, Int. J. Prod. Econ. 136 (1) (2012) 1–12.

KPMG, The Factory of the Future: Industry 4.0 – the challenges of tomorrow, 2016.

McKinsey Digital, Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, 1-62, 2015.