

Reconfiguración autónoma de sistemas de manufactura mediante la optimización de funciones de desempeño del proceso

Joel Everardo Valtierra-Olivares

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. ITESI, Irapuato, Guanajuato, México,
everardo802002@yahoo.com.mx

José M. Sausedo-Solorio

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México, jmsaucedos@yahoo.com

ABSTRACT

This paper presents a methodology to optimize the production process, by measuring three critical factors of planning and control of production in manufacturing systems, these factors are: the optimum route selection process, its optimal sequence and optimal scheduling of load. These factors are in different operational dimensions, and are resolved independently using optimization methods. In the proposed methodology, performance features of the process are used, as are studies of repeatability and reproducibility R&R, process capability CP, the actual capacity of CPK process times stoppages and repair failures of machines, production cycle times and changing models. For one of the stages of the method, an algorithm that performs the autonomous reconfiguration of manufacturing systems developed.

Keywords: Reconfiguration of manufacturing system, process performance functions, simulation and linear programming.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una metodología para optimizar los procesos de producción, mediante la medición de tres factores críticos de la *planeación y del control de la producción* dentro de los sistemas de manufactura, estos factores son: la selección óptima de rutas de proceso, su secuencia óptima y la programación óptima de carga; estos factores se encuentran en diferentes dimensiones operativas, y son resueltos de manera independiente utilizando métodos de optimización. En la metodología propuesta, se utilizan funciones de desempeño del proceso, como lo son los estudios de repetibilidad y reproducibilidad R&R, la capacidad del proceso CP, la capacidad real del proceso CPK, los tiempos de paros y reparación de las fallas de las máquinas, los tiempos ciclos de producción y los cambios de modelos. Para una de las etapas de la metodología, se desarrolló un algoritmo que realiza la reconfiguración autónoma de los sistemas de manufactura.

Palabras claves: Reconfiguración de sistemas de manufactura, funciones de desempeño del proceso, simulación y programación lineal.

1. INTRODUCCION

La investigación se centra en el estudio de la optimización de sistemas de manufactura como una herramienta que puede ser usada en la toma de decisiones. Actualmente los mercados globales son dinámicos y extremadamente competitivos y se requiere satisfacer la demanda de producción sin comprometer la eficiencia de las operaciones. Además, los entornos dinámicos de la demanda han llevado al límite de sus capacidades a los sistemas de manufactura convencionales (Mehrabi y koren, 2002).

Para soportar los cambios que actualmente requiere la manufactura convencional, se han introducido nuevas e innovadoras formas de optimizar los sistemas de manufactura que pueden hacer frente a los retos de la manufactura dinámica, esta propuesta es la visión de un sistema de manufactura reconfigurable (RMS) que proporcione la capacidad y la funcionalidad exactas cuando sea necesaria (Koren y Ulsoy, 2002), (Koren y Heisel, 1999). En la figura 1 se observa que en los sistemas de manufactura en línea se tiene una mayor capacidad para fabricar una sola pieza de producción, pero carece de flexibilidad cuando se requieren fabricar una variedad de productos, a esto se le llama *funcionalidad*. Los sistemas de manufactura flexible permiten tener funcionalidad en la variedad de productos fabricados, pero a su vez disminuyen su capacidad de producción. De lo anterior surgen los *sistemas de manufactura reconfigurables*, siendo el objetivo la optimización de la capacidad y funcionalidad de los sistemas de manufactura.

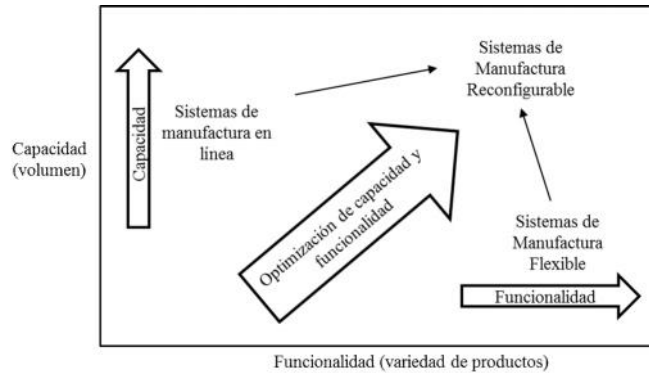


Figura 1: Capacidad y funcionalidad de un sistema de manufactura (modificado de Koren y Ulsoy, 2002).

El desafío en el desarrollo de una técnica inteligente para los sistemas de manufactura reconfigurable es el cómo implementar tal "inteligencia" en un sistema de optimización que se encargue de las actividades complejas (Saravanan, 2006). Bajo estas circunstancias se describe el concepto de optimización de manufactura (MO por sus siglas en Inglés), que constituye la base fundamental y un marco teórico para la construcción de sistemas eficaces de optimización para aplicaciones de fabricación. La optimización de manufactura ha sido definida como el proceso de búsqueda de ciertas variables de decisión que dan los valores máximos o mínimos de una o varias funciones objetivo sujetas a algunas restricciones de recursos o proceso (Saravanan, 2006).

En este trabajo se parte del hecho que el papel principal de la optimización de la manufactura es proporcionar un sistema de decisión que ayuda a los ingenieros de manufactura en la planificación, gestión y control de las actividades de fabricación. Con el paso del tiempo, las influencias externas y desarrollos en el campo de manufactura resultaron en una mayor competencia y la necesidad de sobrevivir en ambientes hostiles. En consecuencia, otras dimensiones económicas han surgido y han dominado la manufactura. Como ejemplo se tiene una mayor variedad de productos, que se convirtió en una obsesión por el cliente que tenía que ser satisfecha. Con el fin de satisfacer tal demanda, la flexibilidad en un sistema de manufactura surgió como otro objetivo económico de la manufactura.

1.1 SISTEMAS DE MANUFACTURA

La búsqueda de aumentar la flexibilidad de los sistemas de manufactura culminó con la ejecución de varios tipos de sistemas de manufactura flexible (FMS). Con flexibilidad, un FMS puede abordar las necesidades del cliente en entornos donde la variedad del producto es el objetivo principal en el proceso de producción. En contraste, las diversas formas de líneas de fabricación dedicadas (LMD) se han aplicado en entornos en los que las demandas del cliente para el mismo producto son muy altas y los volúmenes de demanda son necesarios para largos períodos de tiempo. Sin embargo, la evolución reciente de los objetivos del mercado ha cambiado a los problemas y la forma de obtener su respuesta.

Las definiciones discutidas acerca de la planificación, gestión y control que son válidos para las LMD y los FMS debe ser examinadas y verificadas para su aplicación en un entorno de manufactura reconfigurable. La tabla 1 resume la diferencia fundamental entre LMD, FMS y RMS donde se resalta que la característica clave de un RMS es que su capacidad y su funcionalidad no son fijas.

Tabla 1: Diferencias entre LMD, FMS y RMS Fuente: Koren y Ulsoy, 2002

Sistemas	Definiciones y objetivos
Sistemas de manufactura en línea (LMD)	Un sistema de manufactura en línea está diseñado para fabricar solo un tipo de pieza con un alto volumen de producción. El objetivo es la rentabilidad de producir altos volúmenes de producción a un costo bajo.
Sistemas de manufactura flexible (FMS)	Un sistema de manufactura flexible es un sistema integrado de máquinas, equipos y una manipulación de materiales. El objetivo es fabricar una variedad piezas pre-definidos que pueden cambiar con el tiempo, con un costo mínimo de cambio en el mismo sistema en el volumen y calidad requerida.
Sistemas de manufactura reconfigurable (RMS)	Un sistemas de manufactura reconfigurable está diseñado para un cambio rápido en la estructura con el fin de ajustar rápidamente la capacidad de producción y la funcionalidad, dentro de una familia de partes, en respuesta a los cambios en las necesidades del mercado. El objetivo es proporcionar exactamente la funcionalidad (variedad de piezas) y la capacidad (volumen) que se necesitan conforme la demanda.

1.2 RECONFIGURACIÓN DE SISTEMAS DE MANUFACTURA

Un RMS ha sido definido como un sistema diseñado para el ajuste rápido de la capacidad de producción, por lo que su funcionalidad es la respuesta a las nuevas circunstancias mediante la reorganización de sus componentes (Mehrabi y Ulsoy, 2000a). Esta definición está basada en el contexto de las "nuevas circunstancias". Estas, pueden incluir cambios en los gustos de clientes por producto, las nuevas demandas de productos, cambio de mix de producción y/o configuración de productos, introducción de nuevos productos, y la integración de nuevas tecnologías de proceso.

A pesar del hecho de que tanto un sistema de manufactura esté bien implementado y que el sistema de soporte de manufactura pueda permitir a los fabricantes poder abordar eficazmente los retos de un entorno dinámico, se ha realizado muy poca investigación sobre el desarrollo de los sistemas de soporte para los sistemas de manufactura. ElMaraghy (ElMaraghy, 2006) plantea que la evolución de los sistemas de soporte lógico para RMS ha sido identificada como uno de los desafíos a tener en cuenta en el estado del arte de los sistemas de manufactura reconfigurable. En base a la teoría propuesta por ese autor, en la figura 2 (ElMaraghy, 2006) se muestran dos direcciones que se propone en este trabajo que se pueden seguir para reconfigurar los sistemas de manufactura. En la dirección física del sistema se pueden tener las alternativas de modificar el layout, cambiar máquinas, modificación de máquinas y dispositivos de manejo de materiales, mientras que en la dirección lógica, se presentan las alternativas de reconfiguración de rutas, horarios, la planeación, la programación y los tiempos, de personal y subcontrataciones.

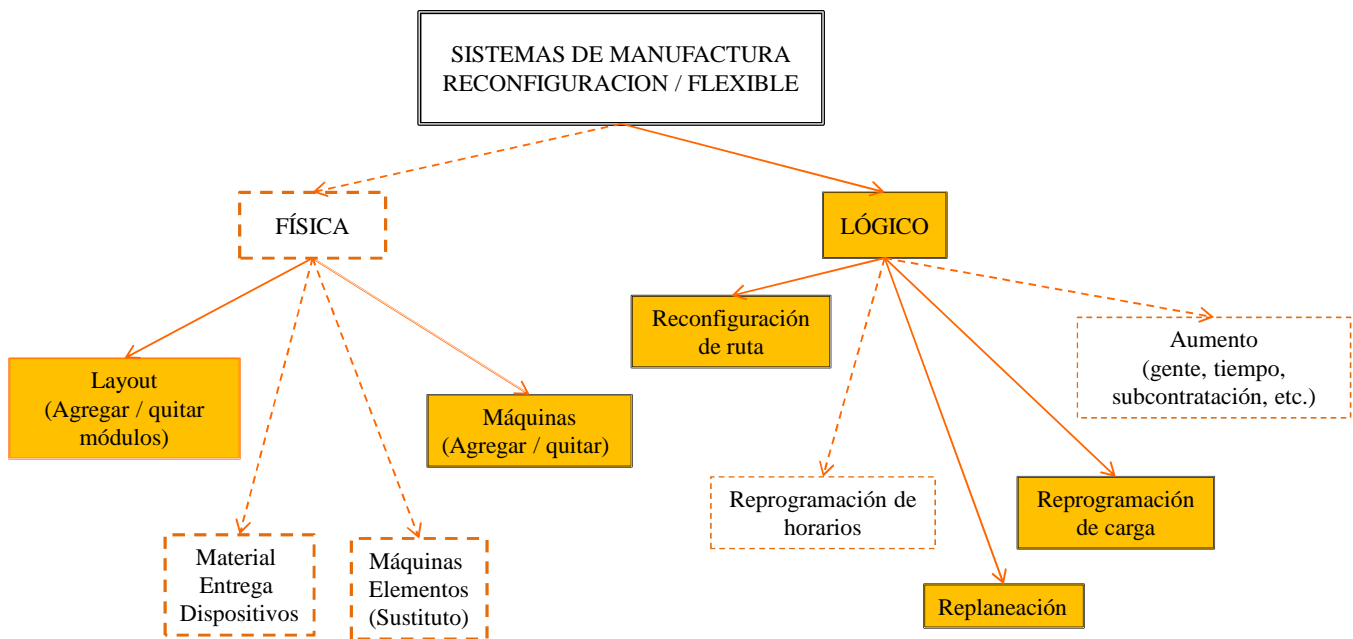


Figura 2: Reconfiguración física y lógica para un sistema de manufactura (ElMaraghy, 2006).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El reto de la reconfiguración de sistemas de manufactura radica en relacionar tres temas críticos, uno de ellos es la selección óptima de rutas de proceso, su secuencia óptima y la programación óptima, estos se encuentran en diferentes dimensiones operativas. En el entorno de los sistemas de manufactura dinámicos, realizar la planificación de procesos en forma manual es insuficiente, ya que estos planes no son flexibles y por lo tanto son inviables bajo las demandas cambiantes de requerimientos de producción.

Actualmente, las áreas de producción se enfrentan a problemas que requieren ser solucionados mediante la optimización. Por ejemplo en los sistemas de manufactura flexible (FMS) se considera una familia de piezas que pueden ser fabricadas por varias líneas de producción, para estos sistemas se toma la decisión de asignación de modelos, de máquinas y línea de fabricación, esta actividad es cada vez más complicada para los ingenieros de manufactura. Por lo tanto, se requiere de una metodología de optimización que sea capaz de proporcionar una solución para los sistemas de manufactura dinámicos, considerando el desempeño de los procesos de manufactura.

3. METODOLOGÍA DE RECONFIGURACIÓN AUTÓNOMA DE SISTEMAS DE MANUFACTURA

La metodología propuesta relaciona la selección óptima del proceso (rutas), la secuencia óptima del proceso y la programación óptima (asignación de carga), estos tres factores se encuentran en diferentes dimensiones operativas. Por lo tanto, la metodología de optimización propuesta es capaz de proporcionar una solución en la reconfiguración de la manufactura considerando aspectos multidimensionales, para ayudar a los ingenieros de manufactura en la toma de decisiones.

A continuación se describe la propuesta de una metodología para la reconfiguración de sistemas de manufactura, ver figura 3 (Valtierra, J. y Sausedo, J., 2013) donde se muestra el procedimiento para el desarrollo de la propuesta metodológica de reconfiguración.

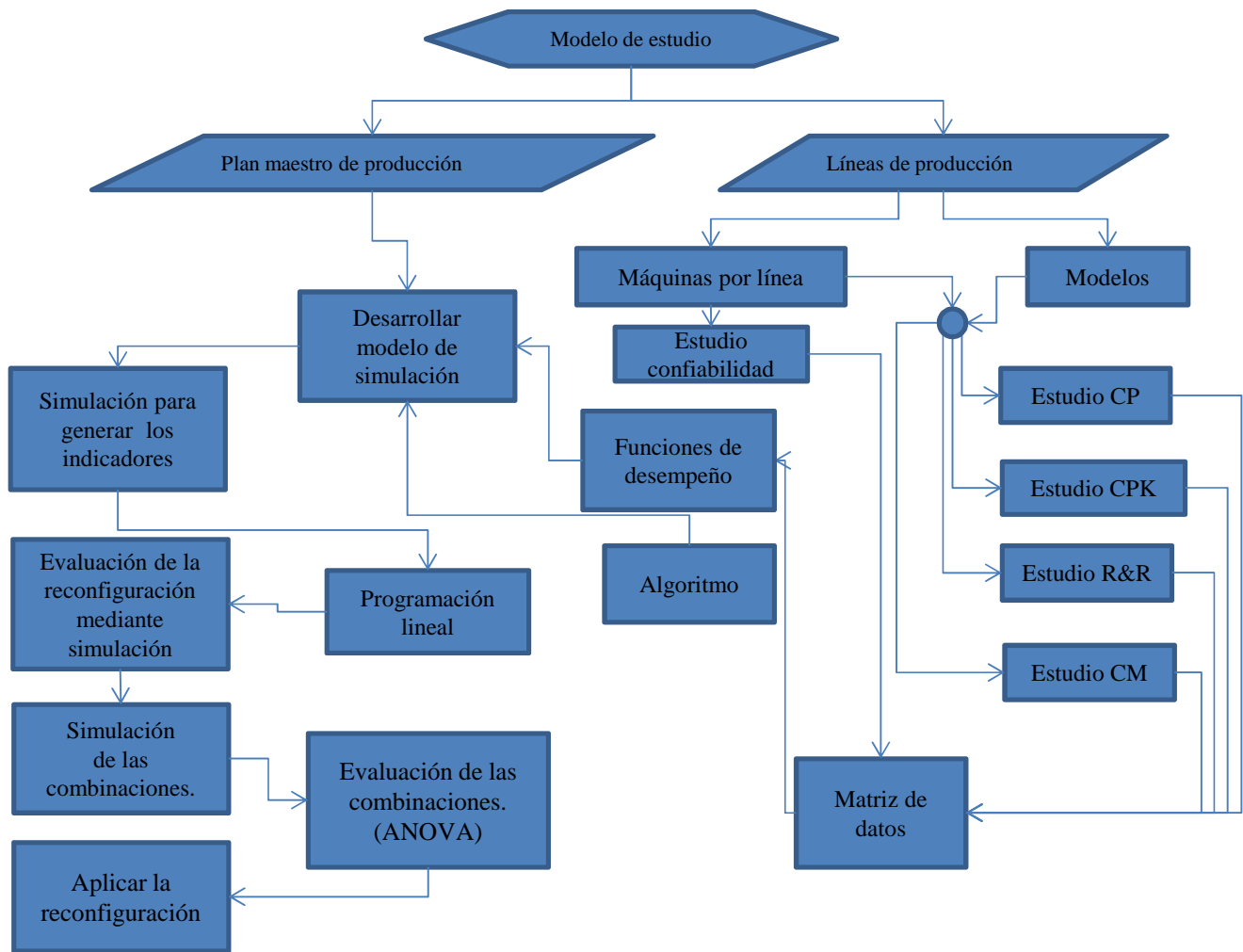


Figura 3: Metodología de reconfiguración autónoma de sistemas de manufactura (Valtierra, J. y Sausedo, J., 2013).

Esta metodología utiliza las funciones de desempeño del proceso, que son evaluadas para cada modelo y máquina junto con el algoritmo mediante simulación, el resultado de esta actividad es un indicador que se genera para cada modelo y máquina, el cual se optimiza mediante la programación lineal; el resultado es la ruta óptima para cada modelo y la cantidad de piezas a programar por línea de fabricación, enseguida se determina la secuencia de óptima del proceso realizando la combinaciones pertinentes mediante la simulación y evaluando los resultados mediante un estudio ANOVA, después de esto se obtiene la reconfiguración de la planeación de manufactura.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

En esta sección se describe los pasos de la metodología propuesta para la reconfiguración autónoma de sistemas de manufactura:

Modelo de estudio. En este primer paso se debe establecer cuál es el área de producción que se desea estudiar, conocer el proceso de producción, los modelos que fabrican, los equipos y máquinas de las líneas.

Líneas de producción. Para las líneas de producción se debe identificar las líneas de producción, las máquinas y los números de partes de los productos.

Identificar las máquinas. La actividad para este paso es identificar todas las máquinas y equipos que tengan relación con las líneas de producción. Es importante preguntar si la empresa cuenta con los registros históricos de las fallas de las máquinas ya sea en un formato o de forma electrónica

Identificar los modelos. En este paso se necesita identificar todos los modelos que tengan relación con las líneas de producción y las máquinas, es muy importante preguntar para cada modelo cuales son las especificaciones más críticas, esto con la finalidad de realizar los estudios de capacidad a las especificaciones críticas.

Estudio de capacidad del proceso CP y capacidad real CPK. Para el estudio de capacidad del proceso y la capacidad real del proceso, se requiere establecer cuál es la especificación más crítica para cada modelo y máquina, después se debe tomar 5 muestras para formar un subgrupos y se requiere un mínimo de 25 subgrupos para obtener una muestra representativa, esta actividad es necesaria realizarla para cada modelo y máquina que forman las líneas de producción, se recomienda almacenar las información obtenida de las muestra en una base de datos, esto con la finalidad de observar el comportamiento a largos plazo.

Estudio de confiabilidad de las máquinas. Para el estudio de confiabilidad de las máquinas se necesitan los datos históricos de paros y fallas de las máquinas, se requiere analizar la frecuencia entre fallas y determinar la distribución de los datos, para el tiempo de reparación también se requiere determinar la distribución, se recomienda validar la información con diferentes software para determinar la mejor distribución para ambos caso, se recomienda almacenar las información obtenida de las muestra en una base de datos, esto con la finalidad de observar el comportamiento a largo plazo.

Estudio de tiempos ciclos de cada modelo por máquina. Tomar muestra de los tiempos ciclos para cada modelo y máquina, es necesario determinar la distribución de cada uno de los tiempos.

Estudio de tiempo entre cambios de modelos. En base a los datos históricos que contienen los registros de los cambios de modelo, (en las empresas del sector automotriz utilizan el indicador OEE (eficiencia general de los equipos)). En caso de que no se cuente con la información es necesario tomar una muestra.

Desarrollar la matriz de datos. Se puede utilizar cualquier medio electrónico para guardar la información, se recomienda que el software pueda interactuar con el software de simulación, para el envío y recepción de la información.

Desarrollar el modelo de simulación. Para el desarrollo del modelo de simulación se recomienda utilizar la metodología de Law y Kelton (Law y Kelton, 2007) siguiendo el siguiente procedimiento:

- Formulación del problema.
- Planeación del estudio del modelo de simulación.
- Recolección de datos para el modelo.
- Análisis estadístico de los datos recolectados del sistema.
- Construcción del modelo de simulación.
- Verificación del modelo de simulación.
- Validación del modelo de simulación.
- Realización de corridas del modelo de simulación.
- Realización del análisis y documentación de resultados.

Agregar funciones de desempeño y algoritmo. Programar las funciones de desempeño para cada máquina y el algoritmo de optimización.

Realizar la simulación para generar los indicadores de las funciones de desempeño. Realizar las corridas de simulación, y para cada una de las corridas cambiar la semilla generadora de números aleatorios.

Realizar la programación lineal para optimizar la reconfiguración automática. Realizar la aplicación del método simplex para optimizar la reconfiguración utilizando los indicadores que se generan en la simulación anterior.

Realizar las corridas de simulación para la reconfiguración propuesta. Realizar las corridas de simulación, cambiando la semilla generadora de números aleatorios.

Realizar las combinaciones de secuencia mediante de simulación. Realizar las corridas de simulación, cambiando la semilla generadora de números aleatorios y evaluar con ANOVA la mejor alternativa.

Realizar la reconfiguración. Se realiza la simulación de la reconfiguración de la planeación, agregando al modelo la secuencia óptima de producción del modelo de simulación anterior, los resultado que se obtiene de esta simulación son comparados con los resultados del modelo original, generando las recomendaciones para el área de producción.

3.2 RECOMENDACIONES Y RESTRICCIONES DE LA METODOLOGÍA

Para aplicar esta metodología propuesta se deben de tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se debe solicitar al experto del área un recorrido por las líneas de producción.
- Se debe preguntar si existen algunas restricciones dentro del proceso de rutas para el modelo.

Para desarrollar esta metodología propuesta se requiere tomar en cuenta las siguientes restricciones:

- Se deben identificar los cuellos de botella del proceso.
- Se deben realizar réplicas de simulación con diferentes semillas de números aleatorios.

4. APLICACIÓN REAL DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

En una empresa del sector automotriz se realizó la optimización de planeación de la producción de los meses de enero, febrero y marzo del año 2013, esta planeación tiene 5 modelo diferentes y 4 líneas alternativas de producción. En la aplicación del proyecto de reconfiguración de sistemas de manufactura se utilizó la metodología propuesta en la figura 3.(Valtierra y Sausedo, 2013), (Valtierra, Sausedo, 2013a),(Valtierra, Sausedo, 2013b).

En la aplicación se realizaron las corridas de simulación para la planeación de producción real de los meses de enero, febrero y marzo del año 2013, también se realizaron las corridas de simulación de cada mes de la planeación reconfigurada. En la comparación entre las planeaciones, se obtuvo la sumatoria total de las horas trabajadas simuladas para cada una de las líneas en base a las piezas destinadas en la planeación, después utilizó una prueba t-student de comparación de muestra para determinar si existe diferencia significativa entre las planeaciones real y reconfigurada.

5. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados del tiempo de simulación de la planeación real de producción en comparación con la planeación de la metodología propuesta en este trabajo.

5.1 RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA PARA EL MES DE ENERO

En la tabla 2, se observa la demanda de piezas por modelo, máquina y capacidad de piezas por línea, en la última columna se muestra el tiempo promedio (en horas) de las 30 corridas de simulación con diferente semillas de números aleatorios, con la finalidad de generar diferentes escenarios en horas de producción.

Tabla 2: Planeación real de producción del mes de enero 2013.

Máquina / modelo	1	2	3	4	5	Capacidad	Horas de producción
M411	3187		9039			12226	444
M412		16974				16974	522
M413	12266		4631			16897	418
M414				8264	6069	14333	485
Total	15453	16974	13670	8264	6069	60430	

En la tabla 3 se muestra la propuesta de la reconfiguración de planeación por modelo, máquina y capacidad de piezas por línea, en la última columna se muestra el tiempo promedio (en horas) de las 30 corridas de simulación con diferentes semillas de números aleatorios, con la finalidad de generar diferentes escenarios de en horas de producción.

Tabla 3: Planeación reconfiguración de producción del mes de enero 2013.

Máquina / modelo	1	2	3	4	5	Capacidad	Horas de producción
M411	10673					10673	401
M412	4780		11143			15923	432
M413		3296		8264	6069	17629	477
M414		13678	2527			16205	492
Total	15453	16974	13670	8264	6069	60430	

La diferencia que existe entre la planeación real de producción de la tabla 2 y la planeación reconfigurada de la tabla 3, es la reconfiguración de rutas para los modelos y la programación de la carga de trabajo asignada para cada líneas de fabricación, esta propuesta de planeación reconfigurada es el resultado de utilizar la metodología propuesta en la figura 3. Los resultados que se lograron fue la reducción en el tiempo de producción total de las cuatro líneas en 103 horas para el mes de enero, esto representa el 4.45 % del tiempo total de producción, el total de horas reducidas se aproxima a 4.29 días completos de trabajo en el mes, se investiga que en este mes la empresa trabajo todo los días generando 8 días de tiempo extras, esto impacta en el pago de tiempo extra a los trabajadores más otros gastos, aplicando la planeación reconfigurada se puede lograr la reducción de este tiempo extra. Los resultados demuestran la eficiencia y eficacia de modelo propuesto para la reconfiguración de los sistemas de manufactura.

En la figura 4 se observa el comportamiento que tiene las 30 corridas, cabe mencionar que se utilizó el mismo modelo de simulación y las mismas semillas para simular ambas planeaciones, en esta grafica se muestra como el tiempo de horas de las líneas de producción de la reconfiguración propuesta está más balanceada que la planeación real, y que el tiempo de producción de la planeación propuesta está por debajo de la planeación real.



Figura 4: Gráfico comparación de la planeación real y la propuesta

En la figura 5 se observa en el gráfico de caja que el tiempo de producción de la reconfiguración de enero tiene menos horas de producción, la causa de este comportamiento es que la metodología balancea las capacidades de las líneas, también determina las ruta que debe seguir cada modelo y la cantidad de piezas que se deben producir en cada líneas.

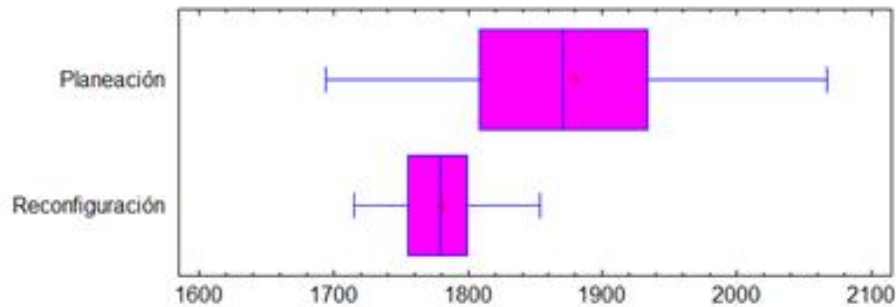


Figura 5: Gráfico de caja de la planeación real y la propuesta

En la figura 6 se muestran los resultados de la prueba t-stuest donde se comparan las medias de los tiempos de producción de las dos muestras, el valor de “t” en tablas con un nivel de confianza del 95% es de 1.99 el cual es menor que el valor calculado de la prueba t-student que es de 5.56, por esta razón si existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, demostrando que se obtiene una reducción en tiempo de producción de 4.45%.

contrastes t de comparación de medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis alt.: $media1 <> media2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 5.56802$ P-Valor = $7.58002E-7$

Figura 6: Gráfico comparación de medias

5.2 RESULTADOS DE LOS MESES DE FEBRERO Y MARZO

Los resultados para el mes de febrero demuestran que se reduce el tiempo de producción en un 4.15% y para el mes de marzo en un 4.51%, además de balancear la carga de trabajo para las líneas de producción, otro beneficio fue la reconfiguración de rutas de los modelos y la reconfiguración de la programación de producción, en la figura 7 se observa el tiempo de producción total de las horas de la planeación real y la planeación con reconfiguración.

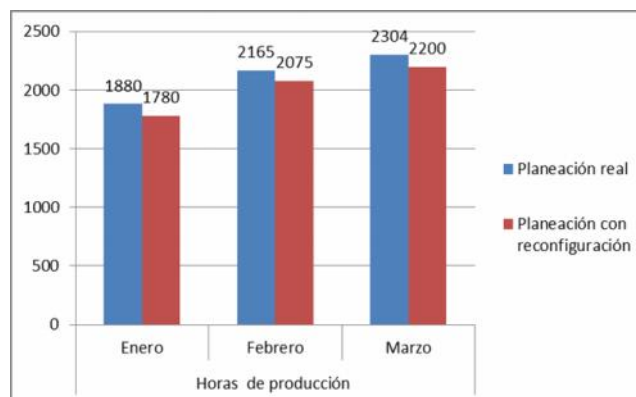


Figura 7: Gráfico de comparación de horas de producción

En conclusión general, con la optimización de las rutas de procesos, la secuenciación de producción y la carga de trabajo para cada operación de los sistemas de manufactura se obtiene un 4.3% en la reducción de los tiempos de producción. Con este resultado se demuestra la importancia de utilizar funciones de desempeño para optimizar la reconfiguración lógica en los procesos de manufactura.

6. CONCLUSIONES

El desarrollo de investigación para la generación de metodología de reconfiguración propuesta interactúa con los tres factores críticos de la planeación de producción: rutas de proceso, secuenciación de la planeación y la carga de trabajo. Con la reconfiguración obtenida en la aplicación de la metodología se demuestra que se optimiza tanto la funcionalidad y capacidad de los sistemas de manufactura al reducir los tiempos de producción, incrementando el volumen de producción con la flexibilidad en la variación de modelos. Con el trabajo realizado se confirma que el uso de funciones de desempeño que existe en cualquier sistema de manufactura puede ser optimizado mediante la metodología propuesta. Por lo tanto, la metodología propuesta se puede aplicar a cualquier sistema de manufactura y tipo de proceso, asimismo, ayuda a identificar las rutas críticas de procesos.

REFERENCIAS

- Mehrabi, M. G. Ulsoy, A. G., Koren, Y. & Heytler, P. (2002), "Trends and perspectives in flexible and reconfigurable manufacturing systems", Journal of intelligent Manufacturing.
- Koren, Y., & Ulsoy, A. G. (2002). Vision, Principles and Impact of Reconfigurable Manufacturing Systems. Powertrain International.
- Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Moriwaki, T., Pritchow, G., Van Brussel, H. & Ulsoy, A. G. (1999). Reconfigurable Manufacturing Systems.
- Saravanan, R. (2006). Manufacturing Optimization through Intelligent Techniques. Boca Raton, FL: CRC/taylor and Francis.
- Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G. and Koren, Y. (2000a). Reconfigurable manufacturing key to future manufacturing. Journal of Intelligent Manufacturing.
- ElMaraghy, H. A. (2006). Flexible and reconfiguration manufacturing systems paradigms. International Journal of flexible Manufacturing Systems.
- Valtierra, J. Y Sausedo, J., (2013). Aplicación de simulación para evaluar la planeación estratégica de producción en una empresa del sector automotriz, Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals, Celaya Noviembre 2013, ISSN 1946-5351.
- Valtierra, J. Y Sausedo, J., (2013a). Aplicación de simulación para evaluar una alternativa de reingeniería en una empresa de transportes ferroviarios", Coloquio de Investigación Multidisciplinario Octubre 2013, Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Valtierra, J. Y Sausedo, J., (2013b). Aplicación de herramientas para el desarrollo de una metodología para el análisis de la variación de pesos en máquinas envasadoras en la empresa Campo Fresco, Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals Chiapas Septiembre 2013, ISSN 1946-5351.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.