

Reducción de tiempo de cambio de molde en máquina inyectora de plástico de 3500 toneladas

Guillermo Cuamea-Cruz¹, Ricardo Archuleta Hernández¹

¹Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luís Encinas S/N, C. P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
gcuamea@industrial.uson.mx, rarchuleta01@iacgroup.com

Resumen: El mercado exige cada vez más y más productos nuevos e innovadores, la demanda es más fluctuante a través del tiempo y las variaciones son más comunes. Por tal razón, la industria automotriz ha tenido que estar en continuo rediseño de sus productos para adaptarse a dichos cambios. Existen herramientas de manufactura esbelta que auxilian a reducir los desperdicios generados en los cambios de productos y así reducir los tiempos de entrega. Una de estas herramientas es SMED (Single Minute Exchange of Die), que ayuda a reducir los tiempos de cambios de herramental mediante de 4 fases de trabajo y tiene como objetivo el hacer cambios de productos en menos de 10 minutos. La aplicación de SMED tiene beneficios potenciales como; aumentar la flexibilidad, disminuir los lotes de inventario y reducir los tiempos de entrega, entre otros. En este documento se describirá el plan de trabajo por el cual se pretende reducir el tiempo de cambio de molde en una máquina inyectora de plástico de 3500 toneladas, que es considerada cuello de botella en la manufactura de un tablero de instrumentos, dentro de un proceso justo a tiempo. La metodología a seguir serán las cuatro fases de SMED con el fin de identificar problemas de montaje, encontrar mejoras potenciales y optimizar el proceso de cambio de molde.

Palabras claves: SMED, Cambio de herramental, cuello de botella, manufactura esbelta, justo a tiempo.

1 Introducción

Uno de los grandes desafíos para la industria automotriz es la producción diversificada. Esto por la cantidad de cambios en los herramientas y parámetros en los proceso [1].

Guillermo Cuamea-Cruz, Ricardo Archuleta Hernández, *Reducción de tiempo de cambio de molde en máquina inyectora de plástico de 3500 toneladas*, en: Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Enrique Javier de la Vega-Bustillos, Mario Barceló-Valenzuela, Alonso Pérez-Soltero, Ramón René Palacio-Cinco, Joaquín Cortez-González (Eds.), *Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora*, pp. 59-64, 2013.

Agustín y Santiago [2] comentan que con el incremento de la demanda de los productos y los cambios en las ventas semanales a ventas diarias, las líneas de producción se han tenido que ajustar a las necesidades de los clientes quienes desean los menores tiempos de entrega y una mayor confiabilidad. Es por eso que las empresas prefieren la producción de grandes volúmenes y poca variedad de productos [1]. A pesar de que no se pueda reducir el número de cambios de herramienta en las máquinas, sí es posible reducir los tiempos de cambio radicalmente con la implementación de cambios en pocos minutos [1] y de esta manera reducir los tiempos de entrega. Tres grandes beneficios se consiguen al poder reducir los tiempos de cambio; se consigue flexibilidad y disminución de inventario, se consigue capacidad en los cuellos de botella y se tiene una minimización de costos [8]. Éste es un gran desafío para la manufactura esbelta, es por eso que se ha desarrollado una metodología llamada SMED, creado por Shingo [3], que ayuda a estandarizar y simplificar las operaciones [4] dentro de un cambio de herramienta. Esta herramienta surgió en respuesta emergente a la necesidad de producir cada vez lotes más pequeños y encontrar la flexibilidad requerida para cumplir con la demanda del cliente [4].

En los siguientes capítulos se tocarán los temas de estrategias, antecedentes, situación actual, propuestas y conclusiones sobre el desarrollo del trabajo. Se explicará también donde se desarrollará el trabajo y el área y maquinaria bajo estudio.

2 Marco Teórico

Como parte del aprendizaje, en la reducción de los cambios se ha pasado por diferentes estrategias y métodos de trabajo hasta llegar a mejoras en los cambios de moldes.

2.1 Estrategias de montaje en el pasado

En el pasado, los cambios de moldes estaban basados en diferentes estrategias como usar personas con habilidades especiales para realizar cambios de moldes, producción de grandes lotes o fabricar de acuerdo al tamaño económico de lote; en las que implicaban destreza, los operadores tenían que tener habilidades necesarias para montar y desmontar los dados a cambiar. Este tipo de estrategia tenía el inconveniente de necesitar trabajadores especializados en los cambios y no siempre se era eficiente. El segundo tipo de estrategia es el de producir grandes lotes, en este caso los fabricantes producían grandes cantidades de un mismo producto y con esto evitaban la necesidad de tener que hacer cambios de herramientas, de esta manera, el efecto del tiempo de cambio de útiles es pequeño al dividirse por el total del tiempo por operación del lote. Esta estrategia contaba con el inconveniente de no poder tener una producción flexible. Por último, la estrategia de los lotes económicos implica volver a fabricar una vez que se haya llegado a una cierta cantidad de stock y los costos de inventario no fuesen altos [1].

2.2 Métodos de reducción de tiempo de cambio

Existen herramientas usadas para la reducción de tiempos de cambio de herramental como el algoritmo de Brooks [5] que es un método de algoritmo heurístico basado en reglas de prioridad y consiste en la programación del uso de recursos restringidos. Este método puede ser usado en varios escenarios; por ejemplo, donde se tenga una serie de operaciones de configuración y el número de operaciones es relevante, además de tener precedencia en las operaciones y limitaciones humanas. Otra herramienta es el sistema SMED creado por Shingo y es definida, según varios autores como; uno de los métodos de producción esbelta para reducir los desperdicios en los procesos de fabricación [6]; el corazón de la producción Justo a Tiempo [7]; reducción de tiempo al mínimo valor posible en un cambio de setup [5]. Por otro lado Shingo [1] lo refiere como la teoría y técnicas para realizar operaciones de preparación en menos de diez minutos.

2.3 Casos de estudio de reducción de cambio de molde

Implementación de fase 2 de SMED a máquina inyectora de plásticos: el proceso de inyección funciona fundiendo resina por medio de un usillo y éste es inyectado a un molde. Para que la resina pueda correr a través del molde, el molde debe estar calentado a una temperatura adecuada para que se obtengan buenas coladas. La aplicación de SMED se dio en emplear un pre-calentamiento pasando por agua caliente a través de un tubo térmico a los moldes antes de ser montados en las máquinas. Ésta mejora fue eficiente por su simplicidad y por la baja inversión de tan solo \$826 dólares [1].

3 Antecedentes y descripción de la problemática

La empresa en estudio se dedica a la fabricación de interiores automotrices que van desde pilares hasta paneles de instrumentos. La empresa se compone de cinco unidades de negocios de las cuales cada unidad es encargada de secuenciar los productos terminados al cliente final. Este trabajo se desarrollará en la unidad de negocio de moldeo donde se fabrica el 80% de los componentes que se ensamblan en la empresa. Moldeo cuenta con un total de 63 máquinas inyectoras (IMM) de tonELAJES que van desde las 120 toneladas hasta las 3500.

El área de moldeo está identificada como cuello de botella en el proceso de fabricación del panel de instrumentos (IP). El trabajo se desarrollará en la IMM No. 11, máquina donde se corre el molde que produce el sustrato del IP. Existe un deficiente sistema QCO (Quick changeover) en el área de moldeo que no ha permitido reducir los tiempos de cambio de molde en la IMM No. 11, afectando a la efectividad total del equipo y provocando costos que no son pagados por el cliente. La máquina No. 11 es de 3500 toneladas y es la IMM con el tiempo de cambio de molde más tardado que hay en el área de moldeo. En la siguiente figura (fig. 1 tiempos excedentes de montajes) observa el

métrico llevado por el área de producción, referente a los tiempos excedidos en los cambios de molde por tonelaje.

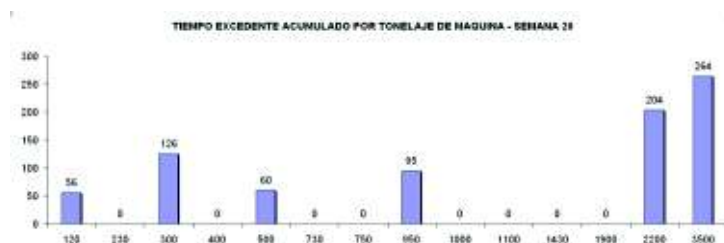


Fig.1. Tiempos en minutos excedidos por tonelaje. Control de producción

De acuerdo a la figura1, observamos que el tonelaje de 3500 es uno de los más excedidos en los tiempos de montaje. Por otro lado, las IMM de mayor tonelaje cuestan \$121 dólares la hora no productiva y las de menor tonelaje cuestan \$75 dólares la hora parada. El departamento de programación genera en promedio 100 montajes al día para toda el área de moldeo, el costo de tiempo muerto generado para la unidad de negocio se ve afectado considerablemente. En el caso particular de la IMM No. 11, ésta es una prensa de 3500 toneladas, cuenta con 3 cambios a la semana en promedio y según los montadores del área, el cambio tarda por lo menos 90 minutos. Esto nos arroja un total de \$28, 314 dólares anualizados generados por cambio de molde, solamente en la IMM 11. Además existe el costo generado en fin de semana por pagar a personal de producción, técnico, de logística y calidad a trabajar en días no laborables debido a falta de banco de inventario.

4 Propuesta de solución

Debido a que se tiene como objetivo el reducir el tiempo de cambio de molde en la IMM No. 11 para el molde 13-101-01, se seguirán las fases propuestas en la siguiente figura (fig. 2 esquema SMED).

La fase preliminar: Sirve para analizar la situación actual del proceso de montaje y observar la cantidad de actividades realizadas sin ser separadas en actividades internas y externas. Además poder observar la cantidad de desperdicios generados en el cambio y eliminarlos o reducirlos.

Fase 1: Se separarán las actividades realizadas, en internas y externas, durante el cambio. Con el objetivo de conocer qué actividades se pueden realizar en el momento que la máquina está parada y qué actividades se realizan con la máquina en funcionamiento. Este proceso servirá para estandarizar las actividades de cambio y medir los tiempos, tanto de actividades internas y externas.

Fase 2: En este punto, el objetivo es llegar a convertir actividades internas a externas y ganar tiempo en actividades externas. El análisis a realizar en este proceso será consultar

con expertos del área, qué facilidades se requieren para lograr hacer la conversión de actividades.

Fase 3: Finalmente se optimizarán las actividades de montaje con el objetivo de reducir los tiempos al máximo posible. En esta parte del proceso se implementarán las mejoras en los dispositivos de sujeción y conexiones, al igual que eliminación de actividades.

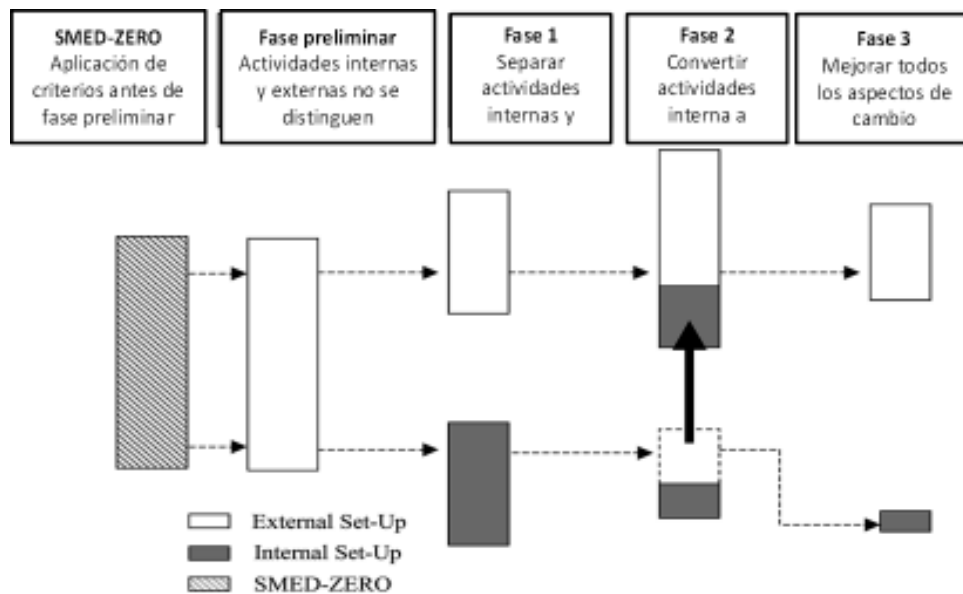


Fig. 2. Esquema SMED (Claire Moxham, Richard Greatbanks, 2001).

5 Resultados y beneficios esperados

Con la reducción de tiempo de cambio de molde en la IMM No. 11, se reducirán costos de máquina parada. Otro punto es aumentar la flexibilidad de la prensa, al incrementar el tiempo disponible de producción y de esta manera afectar positivamente a la efectividad total del equipo. Otro de los beneficios que se produce con la reducción de tiempos de cambio son; Una potencial reducción del tiempo extra que se pueda generar al traer el fin de semana a trabajar a personal de la empresa.

Una de las ventajas que se tiene en el área de moldeo es que el proceso de cambio entre máquina a máquina es muy poco variable. Es decir, a pesar de que no todas las máquinas son del mismo tonelaje, los cambios de moldes son muy similares y las mejoras aplicadas a la IMM No. 11 pueden ser replicadas a las demás inyectoras.

Finalmente, otra opción de mejora se podrá dar al reducir los tamaños de lote y de la misma manera reducir los tiempos de entrega hacia los siguientes procesos.

6 Conclusiones

Una de las grandes ventajas de SMED es la facilidad de uso en cualquier tipo de maquinaria o proceso, debido a que se involucra al personal de experiencia y que cuenta con los conocimientos tanto básicos como avanzados de las máquinas y no es necesario, en la mayoría de los casos, el uso de fórmulas. En un proceso de moldeo en donde son muy pocas las máquinas que no se corran diferentes productos, es indispensable la aplicación de esta herramienta de manufactura esbelta, por las ventajas que SMED ofrece. La estandarización de un proceso de cambio de molde ayuda no solo a incrementar el OEE (Overall Equipment Effectiveness), sino también a tener una seguridad en el cumplimiento de la demanda requerida por el mercado, al reducir drásticamente los tiempos de entrega. De esta manera, se tiene la expectativa de cumplir con los niveles de inventarios de la empresa aplicando SMED.

Referencias

- 1 Shingo, S. 1993. Una revolución en la producción: el sistema SMED. Productivity Press.
- 2 Agustín, R. & Santiago, F. 1996. Single-Minute Exchange of Die. IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference.
- 3 Mehmet Cakmakci. 2008. Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *Int J AdvManufTechnol* (2009) 41:168–179
- 4 Berna Ulutas. 2011. An application of SMED Methodology. *WorldAcademy of Science, Engineering and Technology* 79
- 5 Sousa, R. M., Lima, R. M., Carvalho, J. D. & Alves, A. C. 2009. An Industrial Application of Resource Constrained Scheduling for Quick Changeover. *IEEE IEEM*.
- 6 Tharisheneprem, S. 2008. Achieving Full Fungibility and Quick Changeover By Turning Knobs In Tape and Reel Machine By Applying SMED Theory. 33rd International Electronics Manufacturing Technology Conference 2008. Georgetown, Pulau Pinang, Malaysia.
- 7 Schmidt, S. 1997. Total Productive Maintenance and Change Over Reduction Engineering A Way To Increase Quality And Productivity. D-82 140 Olching, Germany.
- 8 R. Bharath & A.C. Lokesh. 2008. Lead Time Reduction of Component Manufacturing Through Quick Changeover (QCO). *SASTECH*. Volume 7, Issue 2, September 2008
- 9 Claire Moxham, Richard Greatbanks, 2001 "Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: A study in a textile processing environment", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18 Iss: 4, pp.404 - 414