

"Una buena solución puede ser aplicada exitosamente a casi cualquier problema"

– Big Al's Law

"La perfección se alcanza no cuando no se puede agregar nada más, sino cuando queda nada que quitar".

Antoine de Saint- Exupéry

"El desperdicio de tiempo difiere del de material en que no se puede salvar nada, es el en que se incurre más fácil y frecuentemente de todos los desperdicios y el más difícil de corregir".

Henry Ford

"Para implementar el Sistema Toyota de Producción en nuestro propio negocio, debe haber una total comprensión de las pérdidas. A menos que todas las fuentes de pérdidas sean detectadas y eliminadas el éxito siempre se volverá apenas un sueño".

Ohno, 1997

Resumen

En este Proyecto Integrador se presenta el desarrollo e implementación de la metodología SMED (Single Minute Exchange Of Die) aplicado a la empresa Metalúrgica Degiorgis cuyo sistema productivo fabrica componentes mecanizados para la industria automotriz. La reducción del tiempo de setup es esencial para mejorar la eficiencia y la productividad en sistemas productivos de este tipo de manufactura.

Este Proyecto Integrador tiene como objetivo estudiar la implementación de la metodología SMED y el análisis de métodos y tiempos. Fue estudiado y analizado en el sistema productivo del sector de centros de mecanizado vertical y horizontal.

En base a los resultados obtenidos del estudio, se desarrollan las soluciones posibles, apoyadas en el método y evaluados sus respectivos impactos a nivel de productividad.

La metodología SMED fue creada y aplicada por primera vez en los finales de la década de los 50 y desde entonces esta metodología se ha aplicado en diversos sectores productivos y de servicios. Actualmente la reducción de costos reviste una importancia crítica, y con particular aplicación en sectores con un componente tecnológico incorporado en el producto y donde el factor clave de compra es el precio. Por lo tanto la eficiencia productiva es un factor crítico para el crecimiento y éxito de la empresa.

La metodología SMED es una herramienta que permite obtener ventajas al nivel de eficiencia productiva, a través de la reducción de los costos de producción, específicamente, minimizando los tiempos de cambio de serie, permitiendo obtener dos grandes ventajas; la reducción de costos de ineficiencia de los equipos productivos y permitir la producción en pequeños lotes, eliminando o reduciendo los costos de stock.

Basados en los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología SMED en uno de estos centros de mecanizado vertical y horizontal, fueron desarrolladas diferentes propuestas para mejorar cada área específica que involucra el cambio de serie, y luego analizados y validados los impactos a nivel de productividad para el desempeño de la unidad y extrapolados a las restantes máquinas de cada sector.

Abstract

This work presents the development and implementation of the Single Minute Exchange Of Die (SMED) methodology applied to the Degiorgis Company whose productive system manufactures machined Metallurgical components for the automotive industry. The setup time reduction is essential to improve the efficiency and productivity of such production systems of manufacture.

This thesis aims to study the implementation of the SMED methodology and analysis of methods and times. It was studied and analyzed in the productive sector of vertical and horizontal machining centers.

Based on the results of the study, develop potential solutions, supported on the respective method and evaluated their productivity level impacts.

The SMED methodology was developed and applied for the first time in the late 50's and since then this method has been applied in various productive and service sectors. Currently the cost reduction has a critical importance, with particular application in sectors with a technology component built into the product and where key buying factor is price. Therefore production efficiency is critical to the growth and success of the company.

The SMED methodology is a tool to gain advantage at the level of productive efficiency, through the reduction of production costs, specifically, minimizing changeover time's and can benefit from two major advantages: cost reduction of inefficiency production equipment and permit small batch production, eliminating or reducing the costs of stock.

Based on the results of the implementation of the SMED methodology in vertical and horizontal machining centers, different proposals were developed to improve each specific area that involves changing series, and then analyzed and validated the impacts on productivity for the performance of the unit and extrapolated to the other machines in each sector.

Índice

Item	Página
<i>Resumen</i>	ii
<i>Dedicatoria</i>	vi
<i>Introducción</i>	
<i>Situación actual de la empresa</i>	vii
<i>Presentación del caso</i>	vii
<i>Alcance</i>	vii
<i>Objetivo General</i>	viii
<i>Objetivos específicos y Delimitaciones del estudio</i>	viii
PARTE 1. ESTADO DEL ARTE	
1. Sistema de Producción Toyota o Manufactura Flexible. El SMED como componente.	
1.1. Objetivos del Sistema de Producción Toyota	3
1.2. Conceptos incorporados en Sistema de Producción Lean	5
1.2.1. Las Cinco Eses (5 S's)	5
1.2.2. Kaizen	6
1.2.3. Sistema Pull (Arrastre)	6
1.2.4. Six Sigma	7
1.2.5. Sistema SMED	8
2. Análisis de métodos y tiempo.	
2.1. Ingeniería de Métodos	8
2.2. Estudio de tiempos y movimientos	9
• Estudio de tiempos	9
• Estudio de movimientos	9
3. Teoría del Sistema SMED.	
3.1. Creación del método SMED. Reseña histórica	10
3.2. Vocabulario y términos claves del SMED	12
3.3. Descripción del método SMED	13
3.4. Concepto de lote económico bajo enfoque SMED	19
3.5. Ventajas competitivas otorgadas por el SMED	22
3.6. Causas que detienen la implementación del SMED	26
PARTE 2. APLICACIÓN DEL SMED EN CENTROS DE MECANIZADO.	
4. Información básica sobre centros de mecanizado CNC.	
4.1. Antecedentes históricos del CNC	27
4.2. Funcionamiento de un centro de mecanizado CNC	28
4.3. Elementos constitutivos principales de un CM CNC	30
4.4. Breve introducción al CAD/CAM	31
4.5. Descripción de las máquinas a trabajar con SMED	32
5. Fases de aplicación del SMED.	34
5.1. Plan del trabajo	35
5.2. Desarrollo del método SMED	37
6. Resultados del estudio – análisis del cambio de serie.	39
6.1. Resultados Centro de mecanizado vertical	39
6.2. Resultados Centro de mecanizado horizontal	43
6.3. Desarrollo de propuestas de mejora	46
6.4. Implementación e implantación de propuestas en máquinas	48
6.5. Resultados de implantación de propuestas de mejora	48
7. Análisis de costos de implementación SMED.	49
7.1. Indicadores claves de costos para la toma de decisiones	50
8. Análisis de beneficios económicos obtenidos por SMED.	50
8.1. Centro de mecanizado vertical	50
8.2. Centro de mecanizado horizontal	53
8.3. Resultado económico del parque de máquinas con SMED	54
8.4. Capacidad recuperada estimada con SMED	54

Índice

Item	Página
9. Determinación del lote económico.	56
9.1. Dificultades técnicas para la reducción del lote de producción	56
9.2. Ejemplo de Cálculo de LE y costo de setup por pieza en CMV	58
9.2.1. <i>Lote económico y costo setup por pieza. Situación actual</i>	59
9.2.2. <i>Lote económico y costo setup por pieza. Aplicando SMED</i>	59
9.2.3. <i>Análisis de resultados</i>	61
PARTE 3. ESTRUCTURA DE GESTION DEL SISTEMA SMED.	
10. Estructura para la gestión del SMED.	62
10.1. Estructura de funciones	62
11. Gestión de la información del proceso de cambio de serie.	62
11.1. Monitoreo del sistema SMED	63
PARTE 4. DISCUSION DEL SISTEMA SMED.	
12. Objetivo y desarrollo de la discusión del tema	64
PARTE 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
13. Conclusiones	72
14. Recomendaciones	72
15. Apreciaciones finales sobre el SMED	73
Bibliografía	75
ANEXOS.	
Anexo A – Acrónimos	77
Anexo B – Matriz de técnicas de mejora SMED	78
Anexo 1 – Planillas centro de mecanizado vertical	79
Anexo 2 – Planillas centro de mecanizado horizontal	90
Anexo 3 – Cálculo aproximado de OEE (Overall Equipment Efficiency).	102
Anexo 4 – Cálculo teórico de Lote Económico	103
Anexo 5 – Esquemas y planillas complementarias	107

Dedicatoria

**A mis padres Claudio y Cristina.
Mi mujer Lucrecia y mi hija Lara.
Mis hermanos y amigos.**

Introducción. Presentación de la organización y reseña histórica de la empresa.

Situación actual de la empresa.

El proyecto para implantación del SMED (Single Minute Exchange of Die) fue propuesto para el sector de producción de Metalúrgica Degiorgis que presentaba la necesidad del aumento de tiempo efectivo de producción de máquina en el sector de Centros de mecanizado vertical y horizontal, a causa de un aumento significativo en la demanda del cliente y también la necesidad de respuesta a la incertidumbre del mercado en cuanto al tamaño y frecuencia de los pedidos.

Asimismo, el SMED como apoyo estratégico para tomar nichos de mercado de clientes con bajo volumen de producción y alta variedad de productos.

Con la ayuda del personal operativo y de gestión que trabaja en la empresa y la literatura sobre el SMED se propusieron varias formas de mejora para el proceso en cuestión. Las propuestas de mejora fueron llevadas a prueba para conseguir el incremento de la producción y la atención de la demanda en cuanto a flexibilidad, sin adquisición de nuevas máquinas.

Presentación del caso.

En estos tiempos de alta competitividad, en los cuales los mercados se tornan cada vez más inestables y cambiantes, tanto en la demanda de variedad de productos como la ubicación geográfica del mercado, las empresas están obligadas a mejorar, ya no solo por imposición propia, sino por la competencia que impone el mercado.

Esto proyecta hacia el futuro a aquellas empresas que se adapten más rápidamente y que sean creadoras de nuevas metodologías, sistemas, equipamientos y conocimientos que posibiliten el necesario incremento de productividad, cada vez mayor.

En este contexto, la productividad se vuelve una prioridad en las empresas. Una de las mayores presiones para la competencia es la reducción de los costos, para mejorar o sostener el beneficio. Dentro de los costos podemos encontrar el costo de cambio de serie o setup.

Atendiendo a estas características, las fábricas deben ser flexibles para poder cambiar rápidamente de un producto a otro y así poder dar servicio a sus clientes en el menor tiempo posible, alejándose por tanto de un modelo de fabricación en masa de pocos productos y en grandes lotes.

El SMED es un método que ataca directamente a los costos de cambio de serie, contribuyendo a reducir los costos de producción.

Alcance.

El alcance de implementación del proyecto es sobre un centro de mecanizado vertical y un centro de mecanizado horizontal, y sobre aquellas familias de productos que representan la mayor carga en cantidad de cambios de serie, en lo que se refiere a propuestas de modificaciones tecnológicas específicas.

Objetivo general.

El objetivo de ésta Proyecto Integrador es disminuir el tiempo invertido en el cambio de serie de un centro de mecanizado vertical y un centro de mecanizado horizontal, mediante un estudio de tiempos con el fin de minimizar las operaciones que no agreguen valor, reducir el tiempo de detención de la producción a la mínima expresión posible, para dotar de mayor disponibilidad productiva y lograr mayor cumplimiento y respuesta al programa de producción. Para obtener los resultados esperados de mejorar el tiempo y el proceso del cambio de serie se procederá a realizar un estudio de la situación actual del mismo, para luego determinar las actividades que pueden ser disminuidas en tiempo o eliminadas, implementando técnicas de cambio rápido mediante el uso de la herramienta de SMED.

Objetivos específicos.

1. Análisis de la situación actual del proceso de cambio de serie sobre el que se va a desarrollar la metodología de SMED, aplicada sobre una máquina de mecanizado vertical y una maquina de mecanizado horizontal, ambas con Control Numérico Computarizado.
2. Disminuir el tiempo de máquina detenida durante el cambio de serie y determinar las mejoras metodológicas y tecnológicas para este proceso a través del desarrollo del método SMED, para incrementar la disponibilidad productiva.
3. Establecer el impacto económico del SMED, determinando el tamaño de lote económico de acuerdo al costo de cambio de serie distribuido en porcentaje dentro del costo de la pieza y determinar el incremento de productividad generado.
4. Desarrollar propuestas viables y en común acuerdo con los miembros del equipo responsable del trabajo de la implementación de mejoras.
5. Diseño de un sistema de gestión del SMED y de la mejora continua del mismo. Este punto se desarrolla de modo particular para este Trabajo Integrador, diseñando la estructura organizacional-humana de gestión, sin vínculo con el trabajo realizado particularmente en la empresa
6. Generar conceptos, conocimiento y sistematización del trabajo para la mejora continua dentro de la organización, como resultado del aprendizaje de conceptos lean del SMED.

Delimitaciones del estudio.

El estudio de este trabajo está dirigido a implantar el sistema SMED sobre un grupo compuesto de máquinas de Control Numérico Computadorizado (CNC) de mecanizado vertical y horizontal, que se emplean en la producción de partes mecanizadas para la industria automotriz.

Las mejoras realizadas para reducir el tiempo de cambio de serie tienen como objetivo absorber un aumento de demanda y como resultado de esto, una sobresaturación en la capacidad de máquina.

Se decide realizar el análisis sobre una de las máquinas de cada grupo, una horizontal y una vertical, y luego hacer extensiva la metodología hacia las restantes máquinas en un momento posterior, a consideración de la empresa.