

Mejora de productividad de una línea de producción a través de la implementación de un programa especializado a la captura del métrico de eficiencia general de los equipos “OEE”

Jazziel Camacho¹, Noé Alba Baena¹, Andrés Hernández¹, Javier Molina¹,
Mario Francisco Ramírez Barrera¹, David Zúñiga de León¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

El presente proyecto se implementó en una línea de producción de una empresa maquiladora especializada en la fabricación de productos médicos de Ciudad Juárez, Chihuahua. Este proyecto consistió en la implementación de un sistema especializado en el métrico de la Eficiencia General de los Equipos, en el cual se muestra de una manera más clara la identificación de oportunidades de mejora en la línea de producción en el reporte de producción diaria, estas oportunidades se identificaron en los 3 factores con los cuales se calcula el OEE. Una vez identificadas estas oportunidades de mejora, se generó un programa de mejora continua dirigido al equipo de producción, con la intención de reducir el tiempo muerto debido a equipo, con el cual se aumentó la productividad de esta línea de producción. Este programa de mejora continua se lleva a cabo a través de una lista de acciones, las cuales se revisan en la junta de producción diaria. Para la validación de este proyecto, se realizó un estudio de producción antes y después de la implementación de este sistema, para posteriormente hacer una prueba 2-t y validarlo estadísticamente.

Palabras clave: Obras hidráulicas, inundaciones, planeación urbana, drenaje urbano, riesgo de inundación.

Introducción

El presente proyecto está orientado a la creación, desarrollo e implementación de un sistema especializado en la captura del métrico de Eficiencia General de los Equipos OEE en una planta maquiladora. Este trabajo está dirigido hacia la industria maquiladora especializada en la fabricación de productos médicos en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. En la cual pretende mejorar su productividad a través de la identificación de oportunidades de sus procesos, las cuales se verán reflejadas de una manera clara a través del uso de este

sistema, estas oportunidades serán visualizadas en los tres factores que del Eficiencia General de los Equipos OEE, los cuales son Disponibilidad, Desempeño y Calidad. Con la implementación de la base de datos del OEE, se pretende mejorar la productividad de la línea de producción. Por lo cual se plantean las siguientes Hipótesis.

$H_0 =$ No Existe Mejora Significativa en la Productividad
/ $H_0: \mu_1 = \mu_2$
 $H_1 =$ Existe Mejora Significativa en la Productividad
/ $H_1: \mu_1 > \mu_2$

Metodología

La metodología para la realización de este proyecto se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 1

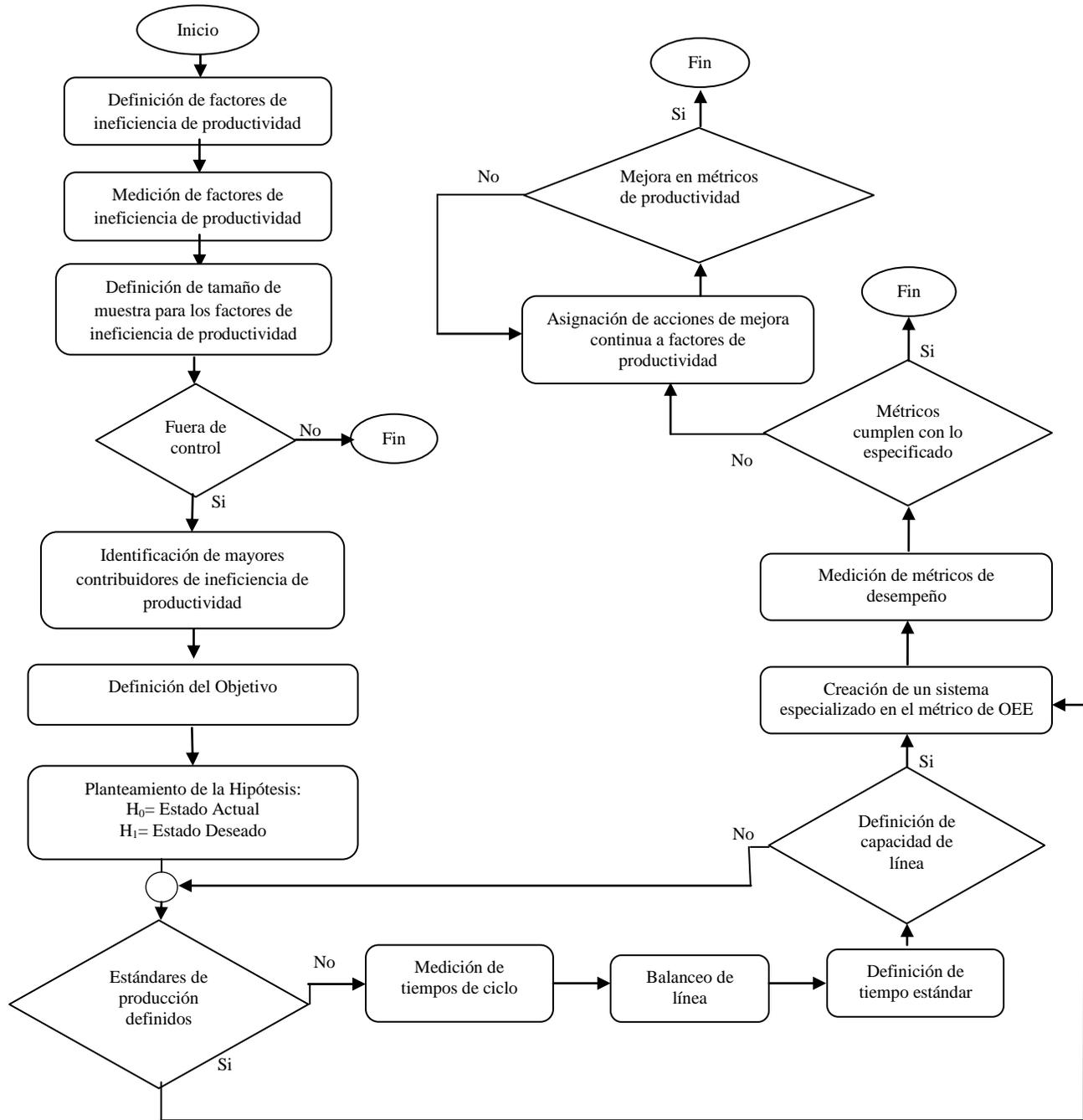


Figura 1. Diagrama de flujo

Resultados

Para la implementación de este proyecto, se determinaron las metas de eficiencia en la línea de producción, la determinación de estas metas se estableció mediante el balanceo de línea, determinación de trabajo estándar, capacidad de línea y tiempo

disponible de producción. Se tomaron los tiempos de ciclo de las estaciones de trabajo para identificar el cuello de botella de la línea de producción, estos tiempos se muestran en la Figura 2.

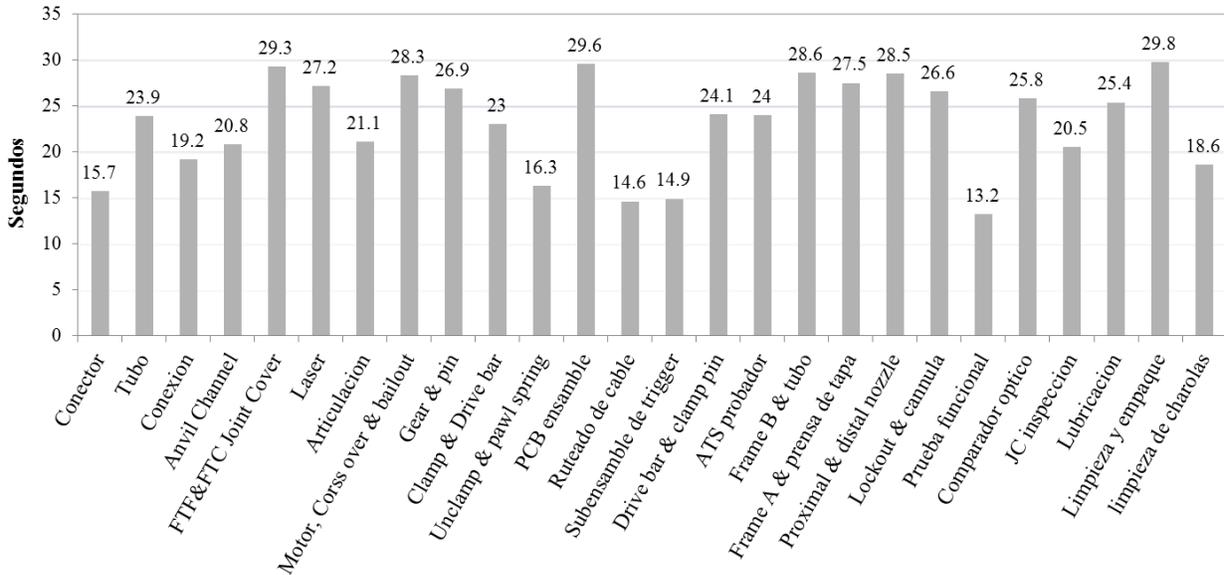


Figura 2. Balanceo de línea

Como se puede observar en la Figura 2, la línea de producción cuenta con 26 operaciones y 28 operadores, donde el tiempo de ciclo más alto en toda la distribución es de 29.8 segundos, por

lo que se tomó este valor como cuello de botella para el proceso, por lo tanto, con estos datos podemos determinar nuestro trabajo estándar en la línea de producción, el cual se calcula mediante la ecuación 1:

$$\text{Trabajo estandar} = \frac{\text{Cuello de botella}}{60 \text{ segundos}} = \frac{29.8 \text{ s}}{60 \text{ s}} = 0.49 \quad (1)$$

Por lo tanto, el tiempo estándar para esta línea de producción nos arroja un resultado de 0.49. Una vez obtenido el trabajo estándar, se determinó la capacidad

total de la línea, el cual se calcula mediante la división del tiempo disponible total entre el trabajo estándar, esta división se describe en la ecuación 2.

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Trabajo estandar}}{\text{Tiempo disponible}} \quad (2)$$

En la empresa donde se implementó este proyecto, el tiempo disponible de es de 9 horas y media, equivalente a 570 minutos disponibles, sin embargo, este tiempo no considera los tiempos de no producción

diaria, es decir, al día se toman 15 minutos de desayuno y 40 de comida. Por lo tanto, para determinar el total de tiempo disponible real, esto se ve reflejado en la ecuación 3.

$$\text{Tiempo disponible real} = \text{Total de tiempo disponible} - \text{Tiempo muerto planeado} \quad (3)$$

Por lo tanto, usando la ecuación 3 para determinar el tiempo disponible real, se

obtiene el resultado mostrado en la ecuación 4.

$$\text{Tiempo disponible real} = 570 - 65 \text{ min} = 505 \text{ min} \quad (4)$$

Una vez obtenido el tiempo disponible real de la línea, se da paso a determinar la capacidad de la línea de

producción aplicando la fórmula (4). La capacidad de la línea de producción se muestra en la ecuación 5.

$$\text{Capacidad} = \frac{505 \text{ min}}{0.49 \text{ min}} = 1030 \text{ piezas} \quad (5)$$

Una vez que se define la capacidad de la línea, el trabajo estándar y el tiempo disponible real, se dio paso a la creación del sistema especializado en la captura de la Eficiencia General del Equipo. Para la creación de este sistema, se crea un programa en ACCESS, donde se calcula el

factor del OEE. Para el cálculo de este factor, el sistema automáticamente emplea las ecuaciones 6, 7 y 8 para los factores de Desempeño, Calidad y Disponibilidad respectivamente, dichas fórmulas se presentan a continuación.

$$\text{Desempeño} = \frac{(\text{Tiempo de ciclo})(\text{Salida actual})}{(\text{Tiempo de operación})} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{Total de producción})(\text{Defectos encontrados})}{(\text{Total de producción})} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Disp} = \frac{(\text{Tiempo de operación})}{(\text{Tiempo de carga})} \times 100 \quad (8)$$

Una vez que el sistema emplea automáticamente las fórmulas 6, 7 y 8, realiza el producto de estas tres para

determinar el valor de la Eficiencia General de los Equipos OEE, mostrado en la ecuación 9.

$$OEE = Disponibilidad \times Desempeño \times Calidad \quad (9)$$

Este sistema, se alimentan con variables de entrada el tiempo muerto con sus respectivas causas de cada turno, el total de piezas producidas y el total de piezas rechazadas por lote. Las variables de entrada se capturan en la pantalla de la Figura 3, la pantalla de ingreso de datos de tiempo muerto se muestra en la Figura 4. Una vez alimentada la base de datos con las variables de entrada, la base de datos nos arroja la pantalla mostrada en la Figura 5.

En la pantalla principal de salida en la base de datos, se selecciona la línea en la cual se quiere saber cuál es el factor de OEE, el tiempo en el cual se desea correr el reporte y posteriormente se selecciona la opción de reporte de supervisor para ver el métrico de OEE. Los resultados se muestran en la Figura 6.

PRODUCCION_DATOS_L125									
LINEA	TURNO	FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	T ESTD	CODIGO	PIEZAS PROGRAMADAS	PIEZAS PRODUCIDAS	PIEZA
L125	1	10/1/2014	11:30:00 AM	3:30:00 PM	0.5	PLE60A	150	108	0
L125	1	10/1/2014	6:00:00 AM	11:30:00 AM	0.5	PSE60A	600	400	0
L125	2	10/2/2014	3:50:00 PM	12:14:00 AM	0.5	PLE60A	600	534	0
L125	1	10/2/2014	1:00:00 PM	3:30:00 PM	0.5	PLE60A	663	60	0
L125	1	10/2/2014	11:30:00 AM	1:00:00 PM	0.5	PLE60A	87	87	0
L125		10/3/2014	6:00:00 AM	3:30:00 PM					

Figura 3. Pantalla de ingreso de datos de Desempeño y Calidad

TIEMPO MUERTO L125						
LINEA	FECHA	TURNO	CAUSA DE TIEMPO MUERTO	NO DE EQUIPO	MINUTOS DE TM	PLANEADO
L125	9/29/2014	1	Falla Mecanica	E14013	10	NO
L125	9/29/2014	1	Cambio de Batch		15	SI
L125	9/29/2014	1	Falla Mecanica		25	NO
L125	9/29/2014	1	Falla Mecanica	E12158-1	20	NO
L125	9/30/2014	1	Arranque de linea		15	SI
L125	9/30/2014	1	Falla Mecanica	E13922	20	NO

Figura 4. Pantalla de ingreso de datos de Desempeño y Calidad

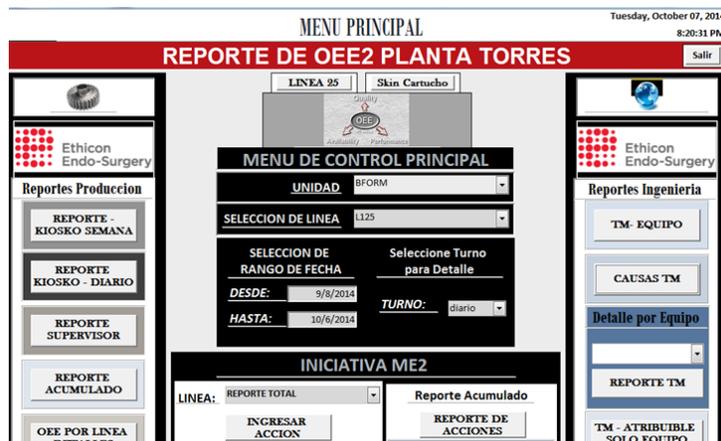


Figura 5. Pantalla principal de base de datos

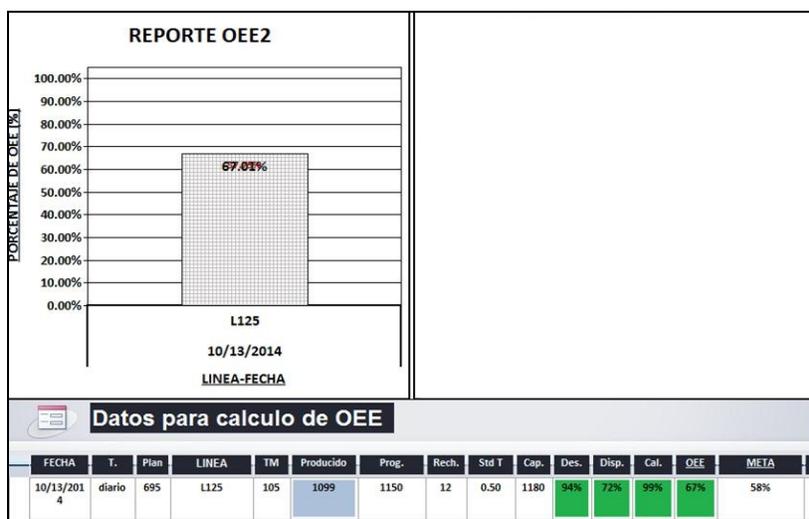


Figura 6. Reporte de Eficiencia General de los Equipos

En la figura 6 se reporta un factor de Eficiencia de 67%, sin embargo, se obtiene un valor de 72% en el factor de disponibilidad, lo cual indica que se cuenta con una oportunidad de mejora en las máquinas de producción. Para la

verificación de estas oportunidades del proceso, se selecciona la opción de “Tiempo Muerto Equipo” de la figura 5 para que el sistema entregue un desglose del tiempo muerto debido a equipo. Los resultados se muestran en la figura 7.

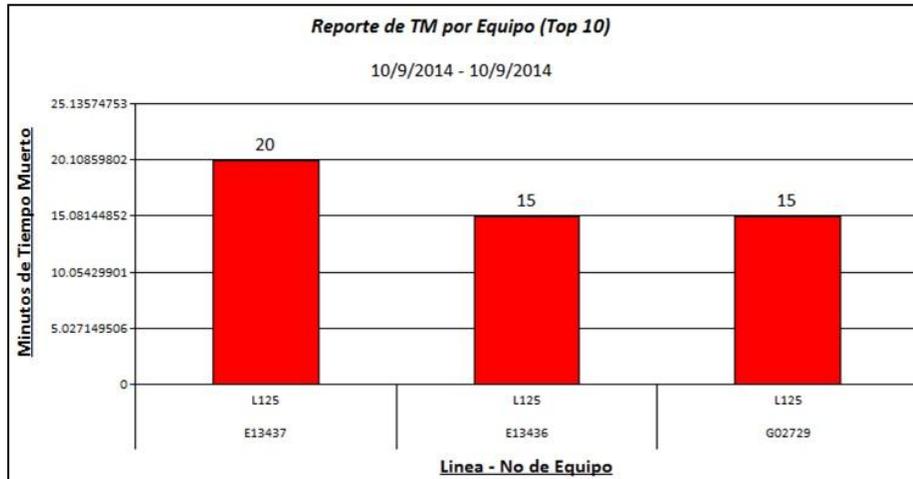


Figura 7. Tiempo Muerto Debido a Fallas de Equipo

En el Pareto de la Figura 7, se observa cuantos minutos de tiempo muerto hubo en el reporte de producción, así como las máquinas que presentaron la falla, por lo que se le asignarán acciones de mejora

continua al equipo así como también se le dará seguimiento a dichas acciones en la parte de Ingreso de Acciones de la pantalla de la Figura 5, este reporte se muestra en la Figura 8.

DUEÑO DE LA ACCION	DESCRIPCION DE LA ACCION	ESTATUS	FACTOR OEE
Supervisor	Revisar causas de tiempo muerto el los reportes de OEE	0	OEE
Ingeniero de Mfg	Dar de Alta Cilindro neumatico(Peeler) a toolcrib	0	OEE
Ingeniero de Mfg	Reemplazar guardas quebradas de la maquina E12761	80	OEE
Mecanico	comprar nido para la maquina decoradora	50	OEE
Ingeniero de Mfg	modificar el sistema de extraccion de la laser trimmer	50	OEE

Figura 8. Lista de Acciones de Mejora

La lista de acciones de mejora continua se implementó permanentemente en la línea de producción para reducir el tiempo muerto y por consiguiente el aumento de productividad.

Para la validación de este proyecto, se tomaron datos de producción después de la implementación de la base de datos de la

Eficiencia General de los Equipos y el programa de mejora continua. Con estos datos, se hizo una prueba 2-t comparando los datos de antes de implementar el sistema de mejora y del después de la implementación del mismo sistema, esto con la intención de mostrar que existe mejora estadística en la producción, la prueba 2-t se muestran a continuación:

Prueba Dos-T y CI: Prod Inicial, Prod Final

Dos-Muestras T para Prod Inicial vs Prod Final

	N	Media	DesEst	Media
Prod Inicial	96	469	110	11
Prod Final	48	524	161	23

Diferencia = μ (Prod Inicial) - μ (Prod Final)

Estimación para diferencia: -55.1

95% Límite superior para diferencia: -12.0

Prueba-T de diferencia = 0 (vs <): Valor-T = -2.13 Valor-P = 0.018 DF = 69

Con los resultados obtenidos de la tabla 2 obtenemos un valor de $P < 0.05$, por lo que tenemos un nivel de confianza del 95% para rechazar la Hipótesis Nula, por lo tanto se comprueba estadísticamente que

existe mejora significativa en la producción diaria con después de la implementación de la base de datos y del programa de mejora continua.

Conclusiones

Después de la elaboración de este proyecto de mejora de eficiencia en la línea de producción donde el proyecto se implementó, aprendí a utilizar el método de ingeniería para la solución de problemas. Este método me dejó de enseñanza el cómo atacar los problemas mediante la aplicación de una metodología, mediante la elaboración de una estructura de trabajo, además de que aprendí a cómo organizar las ideas de inicio a fin para la solución del mismo problema.

Además, mediante la utilización del método de ingeniería, comprendí como es que se identifican los problemas a través de datos estadísticos, es decir, en el presente proyecto, la mayor parte del equipo de trabajo estaba al tanto de que la línea de producción tenía un problema de

ineficiencia de producción, el cual se comentaba en junta tras junta, sin embargo, no se realizaba un análisis a fondo con datos para demostrar estadística y gráficamente la justificación de este problema, además de que no se tenía un sistema que nos mostrara cual era el estado actual de la producción de esta línea.

Por otra parte, mediante la aplicación del método de ingeniería, también aprendí a utilizar diferentes herramientas de diversos métodos para llegar a la solución de un problema, desde un simple análisis de toma de tiempos, hasta el cálculo para la definición del trabajo estándar de un proceso de producción.

Para concluir, después de haber realizado este proyecto, seré capaz de liderar proyectos en cualquier empresa maquiladora donde me encuentre laborando, mediante la implementación de una metodología de trabajo estructurada para la solución de

problemas, esto debido a que el método de ingeniería puede ser usado en cualquier empresa maquiladora, no solo en el área de producción, si no en cualquier área en el cual se identifique un problema y no se tenga identificada la solución del mismo.

References

Jonsson, P. and Lesshammar, M., Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems—the role of OEE. *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, 1999, 19, 55–78.

Fleischer, J., Weismann, U., and Niggeschmidt, S., 2006. Calculation and optimization model for costs and effects of availability relevant service elements. *Proceedings of LCE*, 675–680.

Levitt, J., 1996. *Managing factory maintenance*. New York, NY: Industrial Press.

Muchiri P. and pintelon L., Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion, Heverlee, Belgium, Taylor Francis

Zammori F., Braglia M. and Frosolini M., Stochastic overall equipment effectiveness, *Universita` di Pisa Via Bonanno Pisano 25/B, 56126 Pisa, Italy*, Taylor Francis

Panagiotis H. Tsarouhas, Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: a case study, Katerini, Hellas, Greece, Taylor Francis

Abdul Samat H., Kamaruddin S & Abdul Azid I., Integration of overall equipment effectiveness (OEE) and reliability method for measuring machine effectiveness, *Universiti Sains Malaysia, Engineering Campus, Malaysia, South African Journal of Industrial Engineering*.