

IMPLEMENTACIÓN DE POKA-YOKE EN HERRAMENTAL PARA DISMINUCIÓN DE PPMS EN ESTACIÓN DE ENSAMBLE

Tania Alejandra Hernández Ochoa¹
Karla Gabriela Gómez Bull¹
Gabriel Ibarra Mejía²
María Marisela Vargas Salgado¹
Aurora Máñez Guaderrama¹

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-CU¹
University of Texas at El Paso²

Resumen

El presente proyecto se desarrolló en una empresa de la localidad, fue una mejora empleada dentro del ramo automotriz, a través de una implementación de un sistema anti-error, conocido como poka-yoke, con la intención de disminuir los errores por millón o partes por millón [PPMS] generados por el ensamble incorrecto del mismo. El problema se presentó debido a que se manejaban dos modelos con ejes similares, que fácilmente se confundían, generando 224,000 PPMS durante el mes de Enero. El objetivo de este trabajo fue disminuir los PPM's generados en un 50% como mínimo, a través de la implementación de un poka-yoke que evitara dicho defecto. Se implementó el poka-yoke mismo que diferenciaba la longitud de la pieza y su geometría. Para validar el poka-yoke se hizo un estudio de repetibilidad y reproducibilidad [R&R]. Una vez implementado se logró reducir los PPMS en un 87.97%. Concluyendo que los poka-yokes son una herramienta eficiente para la mejora continua y la reducción de errores.

Palabras clave: Poka-Yokes, costos de calidad, defectos.

Introducción

Hoy en día la calidad representa una ventaja competitiva para las organizaciones (Pérez, Morales, Anguera & Hernández, 2015). De acuerdo a la revisión de literatura se identifican diversas definiciones, se dice que la calidad se da cuando un producto es adecuado para su uso, que consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente. La American Society for Quality, afirma

que calidad es la totalidad de detalles y características de un producto o servicio que influyen en su habilidad para satisfacer necesidades dadas. La calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo (Gutiérrez, 2005). Por otra parte, se entiende como la satisfacción total de los clientes, como consecuencia del

correcto hacer, siempre a la primera vez (Sosa, 2002).

Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, este está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. El costo debe ser diferenciado de otros como el de gasto o inversión. Si bien es cierto que existen costos ineludibles, debido a que son propios de los procesos productivos o costos indirectos para que éstos se realicen, algunos autores, además de estas erogaciones, distinguen otros dos tipos de costos; el costo de calidad y el costo de no calidad (Barrios, 2017).

En la actualidad, se entienden como costos de la calidad aquellos que se incurren cuando se diseña, implementa, opera y mantiene los sistemas de calidad de una organización, costos empresariales ligados a los procesos de mejora continua, y costos de sistemas, productos y servicios que no dieron frutos o que tallaron al ser rechazados por el mercado. En términos sencillos son la suma de los costos operativos de la calidad y los costos del aseguramiento de la calidad, que se relacionan específicamente con el logro o no del producto o con la calidad del servicio (Colunga & Saldierna, 1994).

Se puede entender que los costos de calidad son necesarios para alcanzar la calidad, surgen por la baja calidad existente o que pudiera existir. Incluyen los costos directos por baja calidad para la empresa y los costos de calidad ocultos especificados por las funciones de pérdida de calidad, por lo que estos están asociados con la creación, identificación, reparación y prevención de defectos. Cuando existe la probabilidad de que las cosas puedan salir mal, una empresa incurre en los costos de prevención y

evaluación, estos se consideran como una inversión (Barrios, 2017).

Un Poka-Yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores (PDCA, 2017). Shigeo Shingo hizo una clara distinción entre error y defecto, Los errores son inevitables; las personas son humanos y no se pueden esperar que estén concentrados todo el tiempo, o siempre entender completamente las instrucciones que se les ha dado (Fisher, 1999). Si se centran en las operaciones que se realizan durante la fabricación de un producto, éstas pueden tener actividades intermedias y el producto final puede estar formado por un gran número de piezas. Durante estas actividades, puede haber ensamblajes y otras operaciones que suelen ser simples pero muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de cometer algún error es muy alto, independientemente de la complejidad de las operaciones (PDCA, 2017).

Los sistemas Poka-Yoke implican el llevar una inspección al 100%, así como, una retroalimentación hacia el operador y auditores. También incluye llevar a cabo acciones inmediatas cuando los defectos o errores ocurren. La práctica de este sistema se realiza más frecuentemente en la comunidad manufacturera, para enriquecer la calidad del producto previniendo errores en la línea de producción. Busca tener un control en el origen y establecer mecanismos de control que ataquen diferentes problemas. Existen dos sistemas de Poka-Yoke, método de

control y métodos de advertencia (Fisher, 1999).

Existen dos tipos de procesos que se deben distinguir: los procesos ya existentes que se han ejecutado durante algún tiempo, y nuevos procesos que se están desarrollando (George, 2002). La principal diferencia en la aplicación de dispositivos poka-yokes en procesos existentes es que ya se conocen el tipo de defectos que ocurren y la frecuencia de aparición. En nuevos procesos el diseñador de procesos debe tratar de visualizar que defectos son más probables en función de las dimensionales críticas de la parte, piezas claves en el ensamble, y diseñar dispositivos poka-yokes para prevenir estos posibles defectos que pueden surgir (Cabrera, 2015).

El problema se presentó debido a que se manejaban dos modelos con ejes similares, que fácilmente se confundían, generando 224,000 PPMS durante un mes. Una de las consecuencias, funcionalmente, de producir este ensamble incorrecto, es la afectación a la fuerza del producto. Además de que puede generar un desbalance en la producción, es decir, cada vez que se corre un ciclo. Otra de las consecuencias es la cantidad de inspecciones que se tienen que realizar para evitar estos errores, lo que genera mudas. En el último mes monitoreado se obtuvo una producción de 2,000 piezas del modelo B. Con una cantidad de ensambles incorrectos de 449 piezas de este mismo modelo, dando como resultado 224,500 PPM'S, cuando la meta de PPM'S es de 50,000 al mes.

Metodología

Diseño del Estudio

Esta investigación es de tipo descriptivo, experimental y de corte longitudinal. Es de tipo descriptivo, porque comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente (Tamayo, 2004). Trabaja sobre realidades y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta (Rodríguez, 2005).

Materiales

Los materiales necesarios para desarrollar

el presente proyecto fueron los planos de vistas laterales de los ejes para conocer las características especiales de cada uno y definir qué característica se debería detectar para identificar que fuera el eje correcto según el modelo que se esté ensamblando. La fixtura en forma actual y el plano de la misma para identificar las posibles modificaciones, sensor para detectar la presencia de eje, el PLC reprogramado para la identificación del eje correcto, equipo para la reprogramación del PLC, equipo de cambio de modelo para colocar la fixtura en la estación, charolas para los componentes y sub-ensambles, tarjetas de identificación de material Kanban, mismas que incluían número de parte, nombre del componente, cantidad y fecha. Tarjetas de auto-calidad las cuales

contenían el tipo de defecto, fecha, quien lo detectó y dónde. Por último, se usaron los registros de producción actual y el registro de calidad para calcular los PPM'S del mes de marzo del primer turno. Para validar el poka-yoke se hizo un estudio R&R en el programa Minitab® 17.

Método

Se evaluaron una serie de características con las cuales se pueden diferenciar los ejes entre modelos A y B, tales como longitud, diámetro, forma geométrica y

material del que están hechos. Enseguida se colocó poka yoke de sensor fotoeléctrico a un lado de la fixtura, la cual si se colocaba un eje de menor altura (125mm) no era detectado y la máquina no continuaba con el ciclo, enviando un mensaje por el PLC de colocar el eje en el caso del modelo B. Para validar el sistema se realizó un estudio de reproducibilidad y repetibilidad (R&R) en Minitab® 17 por atributos de 20 piezas, 10 buenas y 10 malas, dos repeticiones realizadas por tres operadores, éstos eran los titulares de la línea con experiencia mínima de 6 meses.

Resultados

Como se muestra en la Figura 1, la geometría de los ejes difiere en un acotamiento en el diámetro de la cara inferior, el cual era un orificio puntiagudo en el modelo B mientras que en el modelo A la cara inferior era lisa.

La implementación del sensor se hizo a un lado de la fixtura donde se coloca el eje, para que el sensor apuntara su láser a éste y pudiera detectar la presencia del eje correcto.

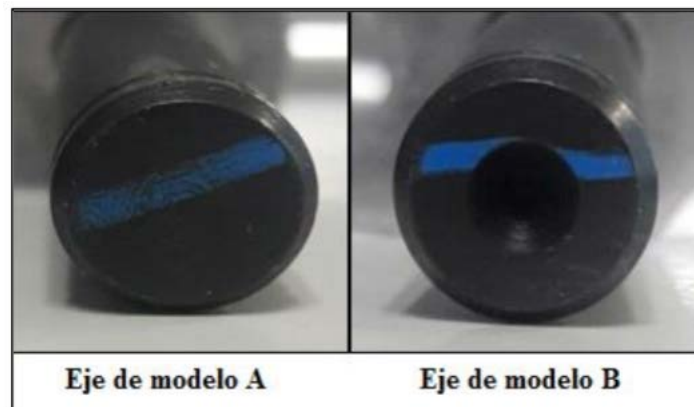


Figura 1. Cara inferior de los ejes. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Minitab)

Los datos obtenidos de las pruebas que hicieron cada uno de los operadores se registraron en la Tabla 1, en la cual se muestran las 20 partes utilizadas para

cada reproducción, y las reproducciones realizadas (2 por operador), esta misma tabla contiene el patrón de piezas buenas y malas, en el mismo orden en el que se

les dieron las piezas a cada operador, las piezas malas (eje de 125mm) debían ser rechazadas, mientras que las piezas

buenas (eje de 130mm) debían ser aceptadas.

Tabla 1. Datos obtenidos para estudio R&R por atributos.

Número de pieza	Operador 1	Operador 1	Operador 2	Operador 2	Operador 3	Operador 3	Patrón de pieza
1	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
2	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
3	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
4	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
5	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
6	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
7	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
8	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
9	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
10	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
11	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
12	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
13	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
14	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
15	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
16	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado
17	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado	Rechazado
18	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
19	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado	Rechazado	Rechazado
20	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Minitab

La Figura 3 muestra los gráficos del estudio R&R, en éste se puede apreciar que del lado izquierdo se encuentran los resultados obtenidos entre operadores, cada operador inspeccionó 20 piezas, el primero acertó en 15, representando un 75% del total a probar, el segundo y el tercero acertaron en 18 piezas lo que dio un porcentaje del 90% acertado. En el

lado derecho se muestran los resultados en comparación con el estándar y se puede apreciar que se obtuvo un 60% de aciertos. Se obtuvo un indicador kappa de 0.84 (grado de concordancia), cumpliendo con el establecido como mínimo de acuerdo a las políticas de la empresa de 0.70.

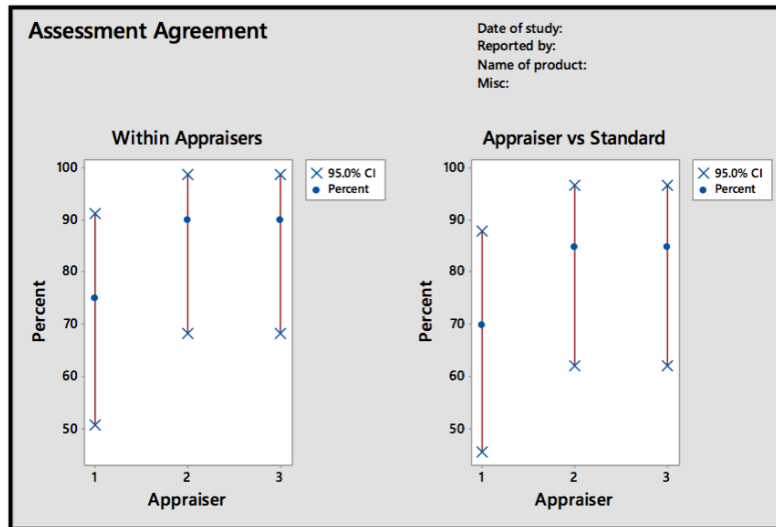


Figura 3. Gráfico de estudio R&R (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Minitab)

En la Figura 4 se muestra la gráfica de los PPMS generados en el periodo de un mes, antes de la implementación del poka-yoke. Se puede apreciar una diferencia entre la meta establecida y lo obtenido realmente durante el proceso. En general se estuvieron generando defectos por encima de 100 unidades, es decir más del doble de lo permitido por la meta. Con

color verde, se puede observar la cantidad de PPMS después de la implementación del poka-yoke. Se puede apreciar la mejora, con respecto a la meta establecida, ya que lo obtenido realmente durante el proceso no sobrepasa la misma. Los defectos se disminuyeron y se mantuvo por debajo de lo esperado durante todo el mes.

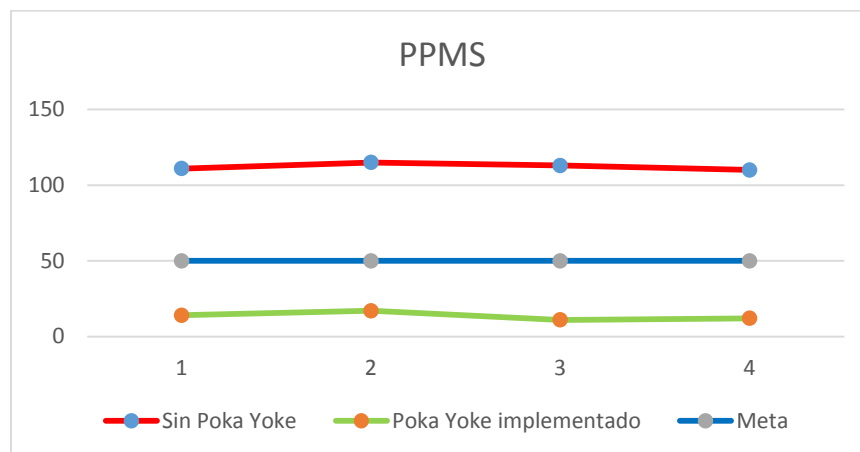


Figura 4. PPMS generados en el periodo de un mes. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Minitab)

Conclusiones

A través de la implementación de un poka yoke con sensor fotoeléctrico, se logró reducir la cantidad de defectos durante el ensamble, cumpliendo con el objetivo planteado de reducción de PPMS, e incluso obteniendo un resultado mejor al esperado. En el proyecto se analizaron las características que diferenciaban un eje del otro de acuerdo a los planos de los sub-ensambles, logrando con esta información definir qué características identificaría el eje correcto en el modelo B durante el proceso de ensamblaje, cabe mencionar que anterior a esto no había

ninguna parte en el proceso que detectará el ensamble de un eje correcto. La implementación de sistemas poka-yoke ofrece diversas ventajas además de una mejora continua. Este sistema permite detectar el defecto a tiempo e incluso antes de hacer la pieza, lo que implica ahorro de energía, tiempo y disminución de scrap. Soto (2011), menciona que las empresas pueden propiciar la innovación y dichos cambios con esta herramienta, ayudando a maximizar la eficiencia, alcanzar el objetivo de cero defectos y complementar la función de control.

Bibliografía

Barrios, S. 2017. *Ciencia y Técnica administrativa*. Obtenido de cyta:

<http://www.cyta.com.ar/ta1202/v12n2a2.htm>

Cabrera, R. C. 2015. *Lean Six Sigma TOC Simplificado*. México .

Colunga, C., & Saldierna, A. 1994. *Costos de la calidad*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de ingeniería.

Fisher, M. 1999. Process improvement by poka-yoke. *Emerald insight*, 264-266.

George, M. L. 2002. *Lean six sigma: combining six sigma Quality with lean speed*. USA: The McGraw- Hill.

Gutiérrez, H. 2005. *Calidad Total y Productividad*. México, D.F. : McGraw-Hill.

PDCA. 2017. *PDCA HOME*. Recuperado el 13 de Febrero de 2017, de PDCA

POKAYOKE: <http://www.pdcahome.com/poka-yoke/>

Pérez, R., Morales, V., Anguera, M. T., & Hernández, A. 2015. Hacia la calidad de servicio emocional en organizaciones deportivas orientadas a la población infantil: un análisis cualitativo. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 10(2).

Rodríguez, E. 2005. *Metodología de la investigación*. Villahermosa: Universidad Autónoma de Tabasco.

Sosa, D. 2002. *Conceptos y herramientas para la mejora continua*. México: Limusa, S. A. de C. V.

Soto, D.M. 2011. *Perspectiva de la gestión de la innovación desde los mecanismos a prueba de falla Poka-Yoke*. Escenarios. Vol 9, No.1, pàg. 52-59.